N° d'ordre : 447

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE PAUL SABATIER DE TOULOUSE

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par

Louis AMBID

MODIFICATIONS METABOLIQUES EN RELATION AVEC L'HIBERNATION ET LES REVEILS PERIODIQUES DU LEROT

(Eliomys quercinus L.)

Soutenue le 28 Juin 1971 devant la Commission d'Examen

MM.	R. AGID	Président
	R. DERACHE	Examinateurs
	P. MONTASTRUC	
	H. SAINT GIRONS	

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543907_0003

N° d'ordre : 447

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE PAUL SABATIER DE TOULOUSE

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR ES-SCIENCES NATURELLES

par

Louis AMBID

MODIFICATIONS METABOLIQUES EN RELATION AVEC L'HIBERNATION ET LES REVEILS PERIODIQUES DU LEROT

(Eliomys quercinus L.)

Soutenue le 28 Juin 1971 devant la Commission d'Examen

MM.	R. AGID	Président
	R. DERACHE	Examinateurs
	P. MONTASTRUC	
	H. SAINT GIRONS	

UNIV.
LEIDEN
NDL.

UNIVERSITE PAUL SABATIER DE TOULOUSE

TABLEAU DU PERSONNEL

SCIENCES

DIRECTION DE L'UNIVERSITE

M. LARENG ..... Président de l'Université
M. MATHIS ..... 1er Vice-Président
M. MARTIN ..... 2ème Vice-Président

HONORARIAT

M. BLAIZOT ..... Doyen honoraire
M. CAPDECOMME ..... Doyen honoraire, Recteur honoraire
M. DELTHEIL ..... Doyen honoraire, Recteur honoraire, Professeur honoraire
M. DUPOUY ..... Membre de l'Institut, Doyen honoraire, Directeur Général honoraire du C.N.R.S. , Professeur honoraire
M. DURAND ..... Doyen honoraire

M. FOUCHE ..... Professeur honoraire
M. GAUSSENS ..... Professeur honoraire, Correspondant de l'Institut
M. JACQUES ..... Professeur honoraire
M. MIGNONAC ..... Professeur honoraire
M. MORQUIER ..... Professeur honoraire, Correspondant de l'Institut
M. SECONDAT ..... Professeur honoraire
M. TEISSIE-SOLIER ..... Professeur honoraire
M. VANDEL ..... Professeur honoraire, Membre de l'Institut

PROFESSEURS

M. ESCANDE ..... Mécanique des Fluides, Membre de l'Institut
M. CASTERAS ..... Géologie, Correspondant de l'Institut
M. BEDOS ..... Chimie
M. CAPDECOMME ..... Minéralogie
M. DUPIN ..... Radioélectricité
M. NOUVEL ..... Biologie Générale
M. GALLAIS ..... Chimie, Correspondant de l'Institut
M. DURAND ..... Physique
M. FERT ..... Physique
M. DIEHL ..... Agronomie
M. LESBRE ..... Chimie Organique
M. BRUNEL ..... Physiologie Végétale
M. HURON ..... Mathématiques Appliquées
M. MARGULIS ..... Pédologie
M. TRICHE ..... Chimie Analyt ique et Spectrographie
M. LEDOUX ..... Zoologie Appliquée
M. RIVALS ..... Agriculture
M. PERRIER ..... Physique
M. MATHIS ..... Chimie
M. ORLIAC ..... Géochimie et Minéralogie
M. LAFOURCADE ..... Physique
M. ANGELIER ..... Zoologie
Mlle de FERRE ..... Botanique
M. FARRAN ..... Minéralogie et Géotechnique
M. LAUDET ..... Physique Théorique et Calcul Numérique
M. SERFATY ..... Biologie Animale
M. NOUGARO ..... Hydraulique Générale et Appliquée
M. LAGASSE ..... Electrotechnique
M. GARDY ..... Génie Chimique
M. BLANC ..... Physique Nucléaire
M. BIREBENT ..... Electronique Appliquée
M. VOIGT ..... Chimie Minérale
M. LEREDDE ..... Botanique
M. LELUBRE ..... Géologie
M. TROCHAIN ..... Botanique
M. MASDUPUY ..... Chimie
M. LALAGUE ..... Mathématiques Générales
M. DESSENS ..... Physique du Globe, Correspondant de l'Institut
M. BOUIGUE ..... Astronomie
M. COUCHET ..... Physique
M. LEJEUNE ..... Chimie
M. LASCOMBES ..... Botanique
M. ASSELINEAU ..... Chimie Biologique
M. MAURET ..... Chimie Systématique
M. AGID ..... Physiologie
M. MONTANT ..... Cryptogamie
M. GAUTIER ..... Physique
M. CRUMEYROLLE ..... Mathématiques
M. GOURINARD ..... Géologie
M. PULOU ..... Minéralogie
M. CAMBOU ..... Physique Spatiale
M. MIQUEL ..... Chimie
M. LACOSTE ..... Electrotechnique
M. THIBAULT ..... Mécanique Rationnelle et Appliquée
M. MONTEL ..... Chimie Physique et Electrochimie
M. MASCART ..... Mathématiques
M. MEDIONI ..... Psychophysiologie
M. THIRRIOT ..... Hydrodynamique E.N.S.E.I.H.T.
M. BRENON ..... Géologie
M. LAFON ..... Calcul Différentiel et Intégral
M. RAYNAUD P. ..... Physiologie Animale
M. ZALTA ..... Chimie Biologique
M. SEVELY ..... Electrotechnique
M. POMMIEZ ..... Mathématiques
M. REY ..... Biologie Végétale
M. COULOMB ..... Physique
M. TRINQUIER ..... Physique
M. MARONI ..... Chimie
M. BEETSCHEN ..... Biologie Générale
M. GRUAT ..... Mécanique des Fluides (Hydraulique)
M. DERACHE ..... Physiologie Animale

PROFESSEURS ASSOCIES

M. MANSOUR .....
M. SAKUMA .....
M. PARKS .....

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. HAMANT	Botanique
Mme BRUNEL	Physiologie Végétale
Mlle BERDUCOU	Physiologie Végétale
M. PICCA	Physique
M. MERIC	Mathématiques Appliquées
Mme LECAL	Zoologie
M. BUGAREL	Génie Chimique
M. MIROUSE	Géologie
M. PILOD	Physique
M. LARROQUE	Physique
M. BARRANS	Chimie
Mme LAFON	Mathématiques
Mlle LAPEYRE	Mathématiques - Informatique
M. DAT	Mécanique des Fluides
M. JEANNIN	Chimie Minérale
M. BERTRAND	Chimie
M. SATGE	Chimie Organique
M. DESQ	Mathématiques
M. MAHENC	Chimie
M. LATTES	Chimie
M. ROCARD	Electronique
M. DEGEILH	Physique
M. FALLOT	Biologie Végétale (Viticulture et Arboriculture)
M. POILBLANC	Chimie
M. TOUZE	Physiologie Végétale
M. FRASNAY	Mathématiques
M. CASSAGNAU	Zoologie
M. GUERIN	Mathématiques

MAITRES DE CONFERENCES

M. BLANCHARD	Mathématiques
M. HOFFMANN	Electronique
M. BITSCH	Zoologie
M. FONTAN	Physique Nucléaire
M. PESCIA	Physique
M. SICARD	Biologie Génétique
M. CAUSSINUS	Mathématiques Appliquées
M. de LOTH	Chimie Physique
M. MARTY	Physique Industrielle
M. BAUDRAS	Chimie Biologique
M. DURAND Ph.	Physique
M. LEFEUVRE	Electronique E.N.S.E.I.H.T.
M. SOUQUET	Géologie
M. SAPORTE	Physique
M. ATTEIA	Mathématiques
M. ENJALBERT	Chimie
M. IMBERT	Psychophysiologie
M. SCHNEIDER	Biologie Cellulaire
M. ANGELINO	Génie Chimique
M. MARTIN	Génie Electrique
M. THENOZ	Génie Civil
M. DABOSI	E.N.S.C.
M. CALVET	Mécanique des Fluides (E.N.S.E.I.H.T.)
M. PAGANI	Physique
M. CUPPENS	Mathématiques
M. PERENNOU	Informatique
M. REY	Génie Electrique
M. MATHIEU	Chimie Analytique
M. TRANNOY	Physique (E.N.S.E.I.H.T.)
M. CASTAGNETTO	Mathématiques (E.N.S.E.I.H.T.)
M. CASTAN	Informatique
M. GILOT	Génie Chimique (Institut du Génie Chimique)
M. LANTELME	Chimie Industrielle
M. CALMON	Techniques Agricoles
M. TRUCHASSON	Mécanique
Mlle BARBANCE	Mathématiques
M. VERDIER	Physique
M. GILLY	Génie Mécanique
M. VEDRENNE	Mesures Physiques

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

M. PUN

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

M. BEAUFILS	Informatique
M. DARROZES	Mécanique
M. PRADINES	Mathématiques
M. BARTHET	Mathématiques

PERSONNEL DE L'UNIVERSITE AFFECTE A L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE TOULOUSE

PROFESSEURS

M. ROQUES	Chimie Industrielle
M. GRATELOUP	Génie Electrique
M. MASO	Génie Civil

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. CASSIGNOL	Génie Electrique
M. COLLETTE	Physique

MAITRES DE CONFERENCES

M. FAGET	Physique
M. SCHUTTLER	Physique
M. MIRA	Génie Electrique
M. LETURCQ	Génie Electrique
M. SIRIEYS	Génie Civil
M. DURAND G.	Chimie
M. CARRARA	Physique

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

M. BROUSSEAU	Physique
M. LACAZE	Mathématiques

ADMINISTRATION

M. PRINEAU	Secrétaire Général de l'Université

Ce travail a été poursuivi à l'Institut de Physiologie dans le laboratoire de Physiologie animale dirigé par Monsieur R. AGID, Professeur à l'Université Paul Sabatier.

Monsieur le Professeur R. AGID m'a initié à la recherche et m'a confié le sujet de ce travail auquel il était et reste toujours profondément attaché. Ses conseils enrichissants et son temps largement accordé m'ont soutenu efficacement dans l'élaboration de ce mémoire. Je lui exprime ma profonde reconnaissance et mon respectueux attachement.

Je remercie Monsieur le Professeur R. DERACHE d'avoir eu l'amabilité de juger ce travail. Je suis très sensible aux sentiments cordiaux qu'il m'a toujours témoignés.

Je prie Monsieur le Professeur P. MONTASTRUC qui m'a fait l'honneur de faire partie du jury de bien vouloir trouver ici l'assurance de ma respectueuse gratitude.

Je suis très reconnaissant à Monsieur H. SAINT GIRONS, Directeur de recherche au CNRS, qui m'a fait le très grand honneur de faire partie du jury de thèse. Qu'il veuille bien agréer, avec le témoignage de ma déférente gratitude, l'hommage de mon profond respect.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur le Docteur M. GABE, Directeur de recherche au CNRS et à Madame M. MARTOJA, Maître de recherche au CNRS, qui m'ont fourni de judicieux conseils dans la poursuite de ce travail.

Il m'est agréable de remercier Mme E. BLUTHE et Melle M. J. GUINAUDY pour leur collaboration technique particulièrement précieuse.

Mes remerciements vont aussi à tous mes camarades et au personnel du laboratoire pour le dévouement qu'ils m'ont toujours témoigné.

Je tiens à remercier Mmes J. FRECHOU et D. MILHET pour les soins qu'elles ont su apporter à la présentation de ce mémoire.

Enfin mes remerciements les plus chaleureux vont à ma femme dont le dévouement et la patience, m'ont permis de poursuivre favorablement cette thèse. Qu'elle trouve ici l'expression de mon affectueuse reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

Pages

INTRODUCTION 1

MATERIEL ET TECHNIQUES 7

CHAPITRE I

Observations écologiques 25

CHAPITRE II

Evolution de quelques paramètres biochimiques au cours du cycle annuel d'activité du Lérot 55

CHAPITRE III

Les réveils périodiques 105

PREMIERE PARTIE : Evolution de quelques constituants biochimiques au cours de l'endormissement et du réchauffement périodiques 107

DEUXIEME PARTIE : Métabolisme du tissu adipeux brun du Lérot en fonction de la température corporelle 145

CHAPITRE IV

Mouvements de divers composés glucidiques et lipidiques des tissus du Lérot entraînés par le jeûne 167

RESUME ET CONCLUSIONS 179

BIBLIOGRAPHIE 197

INDEX DES FIGURES 215

INDEX DES TABLEAUX 219

INTRODUCTION

L'adaptation aux variations de température du milieu ambiant a pris beaucoup de formes dans le règne animal. En général les animaux ont été divisés en deux grands groupes selon leurs réactions aux changements de température du milieu. Ce sont les Poïkilothermes, dont la température corporelle suit assez fidèlement celle du milieu ambiant, et les Homéothermes pourvus de mécanismes régulateurs permettant le maintien d'une température corporelle constante dans d'étroites limites. Les animaux hibernants présentent à la fois certaines caractéristiques des Homéothermes et des Poïkilothermes. Ils possèdent des mécanismes régulateurs qui leur permettent une existence normale d'Homéothermes pendant une certaine partie de l'année mais qui en d'autres circonstances, leur permettent néanmoins de profiter de certains avantages de la poïkilothermie. Lorsque l'hibernant se transforme en quelque sorte en Poïkilotherme, il ne perd pas pour autant son potentiel de régulation thermique puisqu'il est capable d'élever ou de modifier très rapidement son niveau métabolique de manière à se trouver dans des conditions plus avantageuses, rendues probablement nécessaires par l'évolution de son état physiologique. Ce fait primordial sépare les Hibernants des Poïkilothermes qui en aucun cas ne sont capables de se réchauffer spontanément.

L'hibernation des Mammifères, très anciennement connue, a toujours provoqué l'étonnement et la curiosité. ARISTOTE a été l'un des premiers à décrire ce phénomène. Actuellement les travaux relatifs à l'hibernation sont fort nombreux et le lecteur trouvera des renseignements détaillés dans un grand nombre de publications. Déjà des mises au point très intéressantes (DUBOIS, 1896 ; JOHNSON, 1931 ; BENEDICT et LEE, 1938) et plus récemment des ouvrages et des revues générales riches en résultats originaux (LYMAN et CHATFIELD, 1955 ; EISENTRAUT, 1956 ; LYMAN et DAWE, 1960 ; KAYSER, 1961 ; HOFFMAN,1964,1968; HOCK, 1965 ; SATINOFF, 1970) ont enrichi de façon substantielle nos connaissances à cet égard. Les auteurs sont unanimes pour définir l'hibernation comme un phénomène périodique saisonnier dans lequel la température corporelle de l'animal s'ajuste au niveau de la température ambiante, ceci s'accompagnant d'une réduc-

tion importante de toutes les fonctions physiologiques. Cependant à n'importe quel moment l'hibernant est capable de retrouver son homéothermie pour lutter contre des conditions trop défavorables. Le sommeil hypothermique apparaissant pendant la saison froide correspond au phénomène d'hibernation. Cependant des périodes de torpeur spontanée présentées en été par des animaux à sang chaud (BARTHOLOMEW et HUDSON, 1960 ; AGID et coll, 1965) s'inscrivent dans l'appellation du phénomène d'estivation.

L'intérêt des études qui portent sur les animaux hibernants est considérable et on peut l'envisager à plusieurs points de vue. Tout d'abord on peut rechercher les causes du sommeil hibernal par l'étude des conditions écologiques ou physiologiques et tenter d'éclaircir les mécanismes qui induisent le sommeil et la poïkilothermie. Mais on peut aussi faire bénéficier la Physiologie et la Biochimie des singularités qu'une étude même superficielle de ces animaux met en évidence. On s'aperçoit très vite que presque toutes les fonctions sont perturbées et d'une étude plus attentive on retire l'impression que la régulation des fonctions est à ce point bouleversée que le sommeil hibernal s'accompagne non plus d'une perte, mais plutôt d'un réajustement de l'homéostasie. Il en résulte que l'hibernant constitue certainement un matériel de choix pour l'étude de la régulation des fonctions physiologiques et biochimiques.

Si l'on prend comme exemple la production de chaleur, de nombreuses observations (EISENTRAUT, 1960 ; MORRISON, 1960) suggèrent que le "thermostat" physiologique du centre de la thermorégulation se trouve réglé à un seuil beaucoup plus bas pendant l'hibernation. Il y aurait deux modes de régulation, l'un maintenant l'hibernant à l'état d'homéotherme, l'autre le suppléant lorsque les conditions particulières nécessaires à l'entrée en hypothermie sont acquises. La recherche de ces dernières peut constituer un des attraits de l'étude des animaux hibernants.

Pour l'endocrinologiste le domaine de l'hibernation présente un avantage appréciable. En effet, l'hibernant présente spontanément au cours du cycle annuel un état expérimental particulier par suite des modifications successives de l'état endocrinien, l'involution ou au contraire l'activité des glandes endocrines se produisant spontanément sans intervention de l'expérimentateur. De plus il est possi-

ble de mettre en évidence certaines corrélations entre les modifications endocriniennes et l'évolution des constantes biochimiques, ce qui a été montré par certains auteurs chez le Lérot (SICART et coll, 1963 ; GABE et coll, 1964 ; AMBID et coll, 1967 ; AGID et coll, 1967). Enfin un autre aspect intéressant réside dans la recherche des relations existant entre les systèmes nerveux et endocrinien (AZZALI,1954; LEGAIT et coll, 1970).

Sur le plan de la Biochimie, l'étude de l'hypothermie hibernale peut apporter certaines informations concernant le métabolisme énergétique. En effet, le maintien d'une température centrale relativement basse a pour effet de ralentir les processus biochimiques et même à en faire cesser certains. C'est le cas de la phosphorylation qui accompagne la glycogénolyse hépatique (HANNON et VAUGHAN,1961) On peut par ce procédé spontané envisager d'étudier certaines réactions biochimiques in vivo, chose délicate à réaliser chez l'homéotherme. En effet chez ce dernier, la rapidité des réactions peut rendre plus difficile leur étude, mais chez l'hibernant l'expérimentation peut bénéficier du ralentissement des fonctions sur lesquelles il est d'ailleurs possible d'agir en faisant varier la température. En définitive l'étude des hibernants se révèle un moyen remarquable pour aider à comprendre la physiologie des animaux homéothermes. Ce sont ces brèves considérations qui nous ont conduit à envisager les recherches qui font l'objet de ce travail.

ORIGINE ET OBJET DU TRAVAIL

Le travail qui fait l'objet de cette thèse représente notre participation à une étude générale des Mammifères hibernants entrant dans le cadre d'une RCP intitulée "Etude physiologique, biochimique et histophysiologique des mécanismes endocrines des Mammifères hibernants". A l'origine de ce travail se trouvent les résultats acquis lors de recherches antérieures, auxquelles nous avons participé, sur l'endocrinologie du Lérot et qui ont fait l'objet d'un mémoire (GABE et coll, 1964). Grâce à la collaboration étroite de plusieurs chercheurs il a été possible de travailler sur les mêmes animaux et de mettre en évidence des corrélations entre les observations histologiques et les données biochimiques. Après ces premiers résultats encourageants, nous avons poursuivi dans la même voie. En définitive nous présentons ici un travail relatif aux variations spontanées de la circulation des glu-

cides et des lipides observées au cours du cycle annuel du Lérot, et davantage en fait à l'occasion des réveils périodiques qui émaillent le sommeil hibernal. De plus à ces modifications naturelles nous joignons les résultats de séries expérimentales instituées afin de connaître l'effet de la température ambiante et du jeûne sur les modifications biochimiques et écologiques chez cet animal. Malgré certaines difficultés inhérentes à toutes les recherches sur l'hibernation, et grâce au grand nombre d'examens réalisés simultanément sur chaque Lérot, il a été possible dans bien des cas d'aboutir à des conclusions fermes et originales, comme nous pensons le prouver dans ce mémoire.

Les tissus le plus souvent étudiés sont le plasma, le foie, le coeur, la graisse brune, parfois le tissu adipeux périrénal et le muscle squelettique. Sur ces tissus nous avons effectué selon les cas les déterminations suivantes : glucose plasmatique, acides lactique et pyruvique, glycérol, glycogène tissulaire, acides gras libres, acides gras totaux, phosphore lipidique, cholestérol total, libre et estérifié, pourcentage des divers acides gras par chromatographie en phase gazeuse, consommation d'oxygène, activité lipolytique du tissu adipeux et enfin parfois pH, gaz du sang et β lipoprotéines.

Dans une première partie nous décrivons les techniques utilisées en insistant davantage sur celles qui sont originales ou peu courantes. Le premier chapitre est consacré à l'étude de quelques données écologiques sur le Lérot en captivité. Dans le second chapitre, nous étudions l'évolution de quelques paramètres biochimiques au cours du cycle annuel. Le chapitre suivant, sur lequel nous avons accumulé des données, rend compte dans une première partie, de l'évolution de ces constituants biochimiques lors de l'endormissement et des réveils périodiques de l'animal, le tout complété par l'étude du rôle de la température. Nous avons consacré la seconde partie à l'étude d'une part, de la consommation d'oxygène de certains tissus "in vitro" et d'autre part de l'activité lipolytique du tissu adipeux en fonction de la température corporelle et de la température d'incubation. Dans le dernier chapitre nous examinons les effets du jeûne sur la composition des différents tissus étudiés en relation avec la perte de l'appétit observée pendant la léthargie hivernale, montrant ainsi le rôle déterminant de la privation de nourriture imposée ou spontanée dans l'induction de l'hypothermie.

Les résultats de chaque chapitre font l'objet d'une confrontation avec ceux d'autres auteurs lorsqu'il y a lieu et sont discutés séparément. Enfin la synthèse relative à l'ensemble de ces recherches est réalisée dans une conclusion générale. Pour faciliter la lecture de ce mémoire, les données individuelles sont présentées sous forme de tableaux à la fin de l'ouvrage, le texte ne comprenant que des figures et des tableaux de synthèse.

MATERIEL ET TECHNIQUES

I - L'ANIMAL ET SON CONDITIONNEMENT

II - TECHNIQUE DE CANULATION PERMANENTE DE L'AORTE

III - PRELEVEMENT DES TISSUS

IV - TECHNIQUES ANALYTIQUES

A - Lipides

1 - Dosages

a - Acides gras totaux

b - Cholestérol total

c - Phosphore lipidique

d - Acides gras libres

2 - Techniques chromatographiques

a - Chromatographie sur colonne

b - Chromatographie en phase gazeuse

B - Glucides

1 - Glucose plasmatique

2 - Glycogène

3 - Glycérol

4 - Acide lactique

5 - Acide pyruvique

C - β Lipoprotéines sériques

D - pH Sanguin et gaz du sang

E - Mesure de la consommation d'oxygène de coupes de tissus in vitro

V - EXPRESSION DES RESULTATS

I - L'ANIMAL ET SON CONDITIONNEMENT

Pour notre étude, nous avons utilisé des lérots (Eliomys quercinus L.) en captivité provenant de la région des Dombes, département de l'Ain. Nous tenons à remercier Monsieur Jean BUSSY qui s'est chargé de cette délicate opération de dénichage pendant les périodes comprises entre Novembre et Mars.

Le Lérot appartient à la famille des gliridés. C'est un rongeur de petite taille dont le poids est compris entre 50 et 150 g. Il présente des marques faciales périoculaires noires et une queue touffue et distique à son extrêmité. Le fourreau terminal de la queue se détache à la moindre traction par suite de la faible adhérence de la peau aux tissus sousjacents. Cet animal à activité nocturne, frugivore mais aussi volontiers carnivore, présente une adaptation spéciale au froid en passant l'hiver endormi dans les greniers, un trou de mur ou un arbre creux. Ceci rappelle la torpeur hivernale des animaux à sang froid. Son rythme saisonnier d'activité se divise par conséquent en deux parties : la vie active et le sommeil.

Pour nos recherches tous les lérots, dès réception, furent placés individuellement dans des cages métalliques pourvues d'une boîte abri en bois servant de niche pour l'animal. Avant toute expérimentation les animaux furent observés pendant un cycle complet saisonnier dans une pièce claire et aérée soumise aux variations du milieu extérieur. L'année suivante, au début de l'hibernation si certains lérots étaient exposés aux modifications du milieu extérieur (température et lumière variables), d'autres par contre ont été placés à l'obscurité dans des chambres froides dont la température et l'hygrométrie étaient stabilisées. Dans ces conditions nous disposions d'une gamme de températures s'échelonnant de 6° à 21 °C. Pour suivre nos animaux endormis nous avons utilisé la méthode actographique préconisée par KAYSER (1952) dans son étude sur l'hibernation du Spermophile. Le Lérot en léthargie hibernale nichait dans une boîte de 10 x 12 x 5 cm, reposant sur trois capsules de Marey en relation avec une quatrième capsule de Marey munie d'un stylet à son centre et fonctionnant en actographe. La boîte abri placée dans une cage métallique d'élevage repose sur trois cales de faible diamètre solidaires des capsules afin de rendre le dispositif aussi sensible que possible (fig. 1). L'actographe est placé au contact d'un cylindre enregistreur faisant un tour en sept

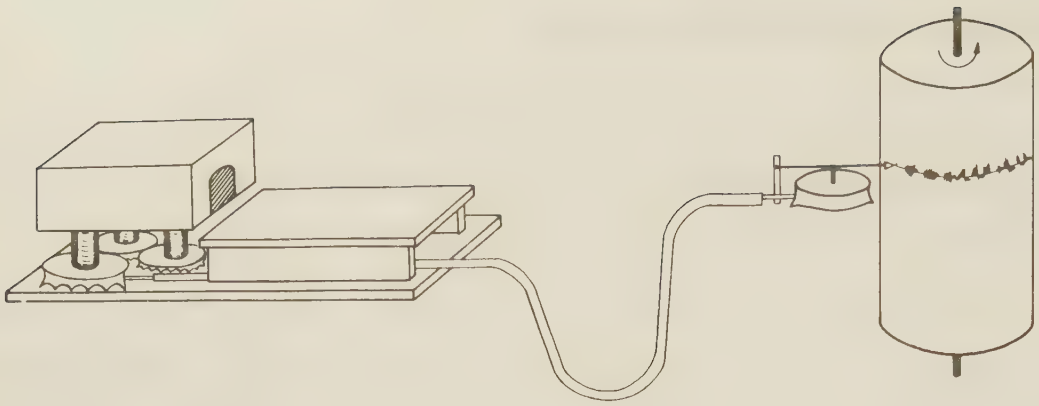


Figure n° I- Dispositif actographique

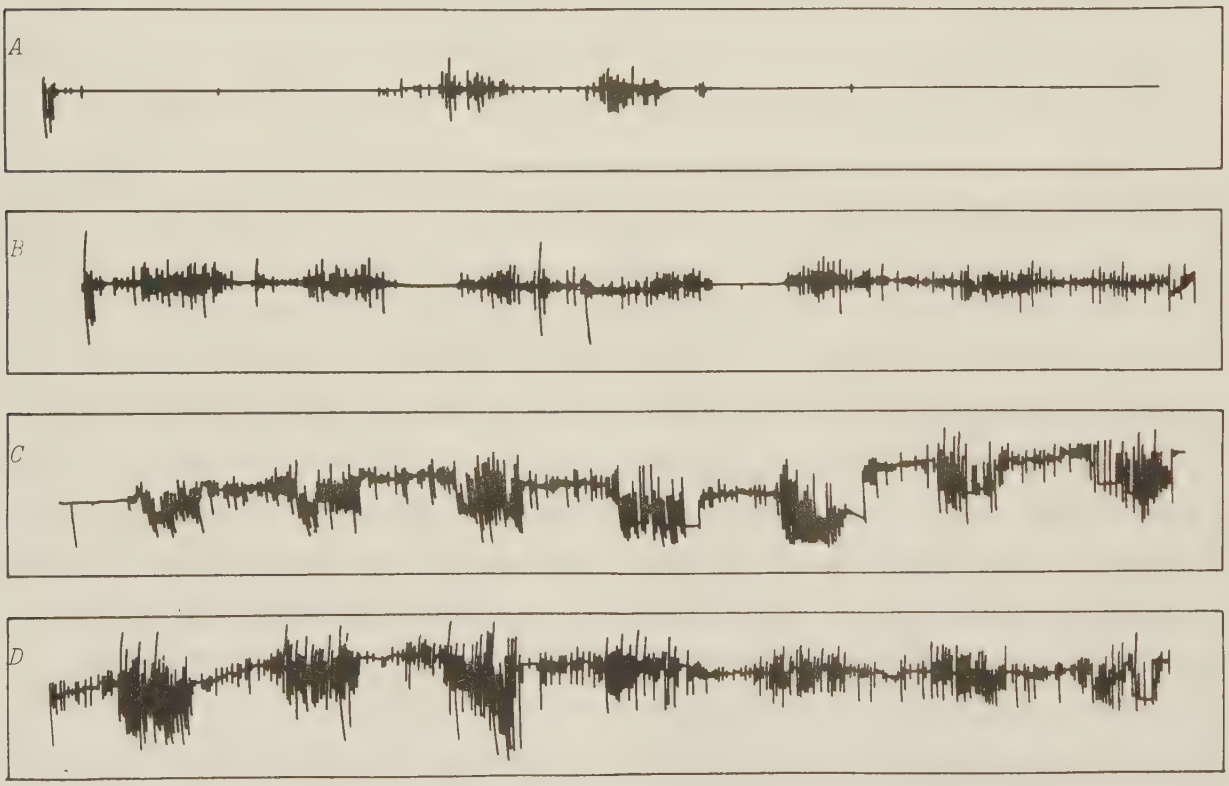


Figure n° 2- Actogrammes divers recueillis chez le Lérot au cours du cycle annuel (durée d'enregistrement 7 jours).
A: Préhibernation
B: Estivation, hypothermie avec torpeur
C: Activité après le réveil vernal
D: Activité estivale en Août.

jours. Pendant la phase de sommeil, le Lérot est immobile et cela se traduit sur le graphique par un trait continu tandis qu'au cours d'un réveil spontané, le stylet inscripteur se déplace en décrivant des oscillations sur le papier enfumé. Cette technique nous a permis de suivre l'endormissement des lérots et leur réveil spontané. Cependant, il y a lieu de remarquer que nous n'observions pas le moment précis du réveil, mais seulement l'instant où l'animal commence à bouger dans son nid. Pour remédier à ce défaut il eut été souhaitable de posséder un dispositif permettant l'enregistrement continu de la température du corps de l'hibernant.

Le dispositif employé pour recueillir les actogrammes nous a néanmoins permis de contrôler à tout moment le comportement et l'état de l'animal. La figure 2 est la reproduction exacte du type de graphique obtenu par ces enregistrements.

Au printemps et pendant la phase de vie active, les lérots étaient nourris avec de l'aliment synthétique JOF, des pommes et deux fois par semaine nous leur donnions du foie ou de la viande.

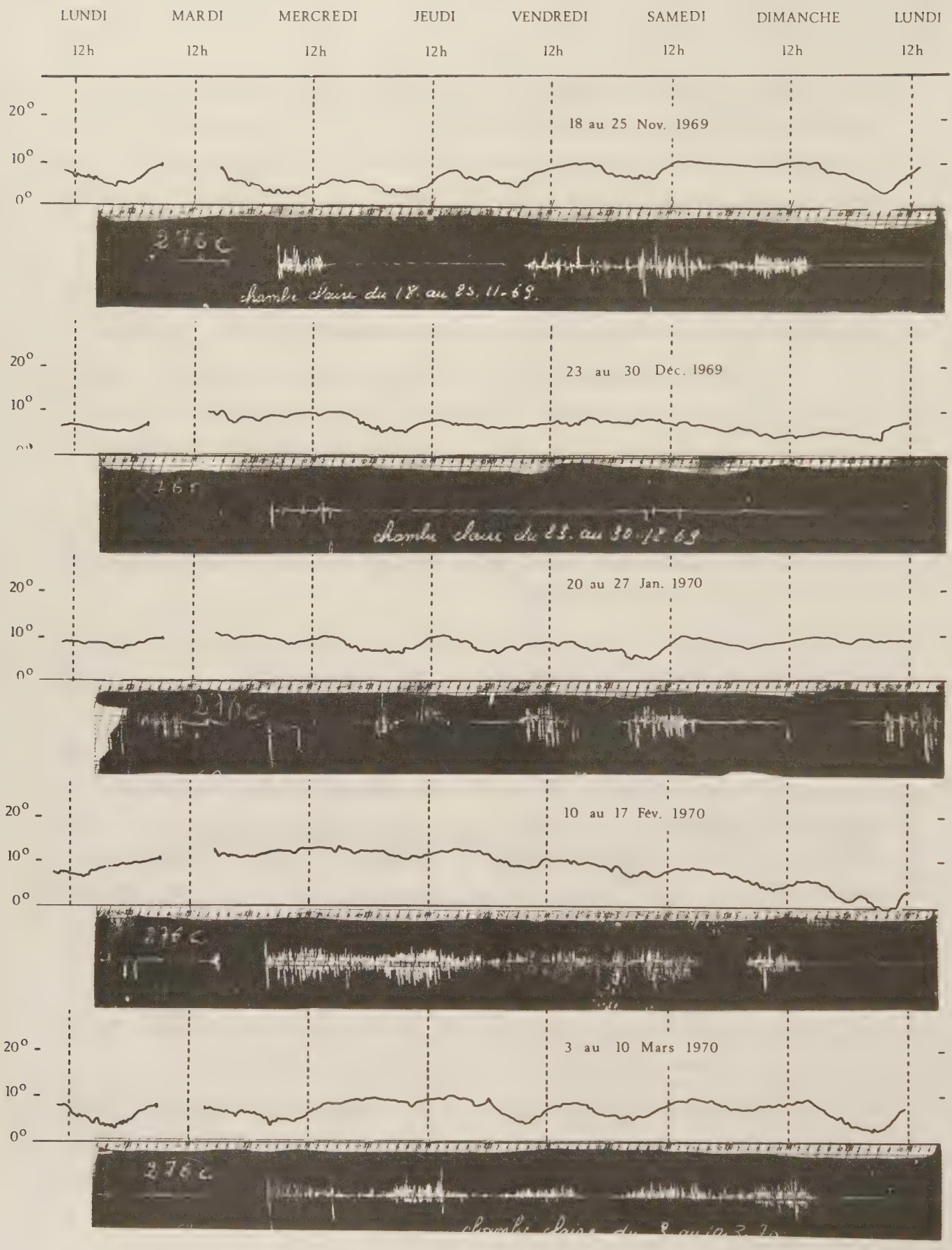
II - TECHNIQUE DE CANULATION PERMANENTE DE L'AORTE

Par suite des particularités inhérentes à la taille du Lérot et afin de suivre chez un même individu l'évolution d'un composé plasmatique (le glucose par exemple) en fonction du temps, sans traumatiser l'animal nous avons eu recours à la technique de canulation permanente de l'aorte. Pour ce faire nous avons adapté au Lérot la technique décrite chez le Rat par POPOVIC et coll. (1960). Elle consiste à placer l'extrémité d'un cathéter dans la lumière de la crosse aortique en empruntant la voie carotidienne gauche.

A - Préparation des canules

Les cathéters en polyéthylène (PE 10 Clay Adams, diamètre int. 0,28 et ext. 0,61 mm) sont préparés 48 heures avant l'implantation (fig. 3).

Pour faciliter la pénétration dans la crosse aortique, l'extrémité de la canule est coudée sur 2 mm. A l'aide d'une boucle constituée par un fil de nickel résistant parcouru par un courant de 6 volts nous réalisons un gradient thermique


LUNDI
MARDI
MERCREDI
JEUDI
VENDREDI
SAMEDI
DIMANCHE
LUNDI
12h
20°
10°
0°
18 au 25 Nov. 1969
23 au 30 Déc. 1969
20 au 27 Jan. 1970
10 au 17 Fév. 1970
3 au 10 Mars 1970

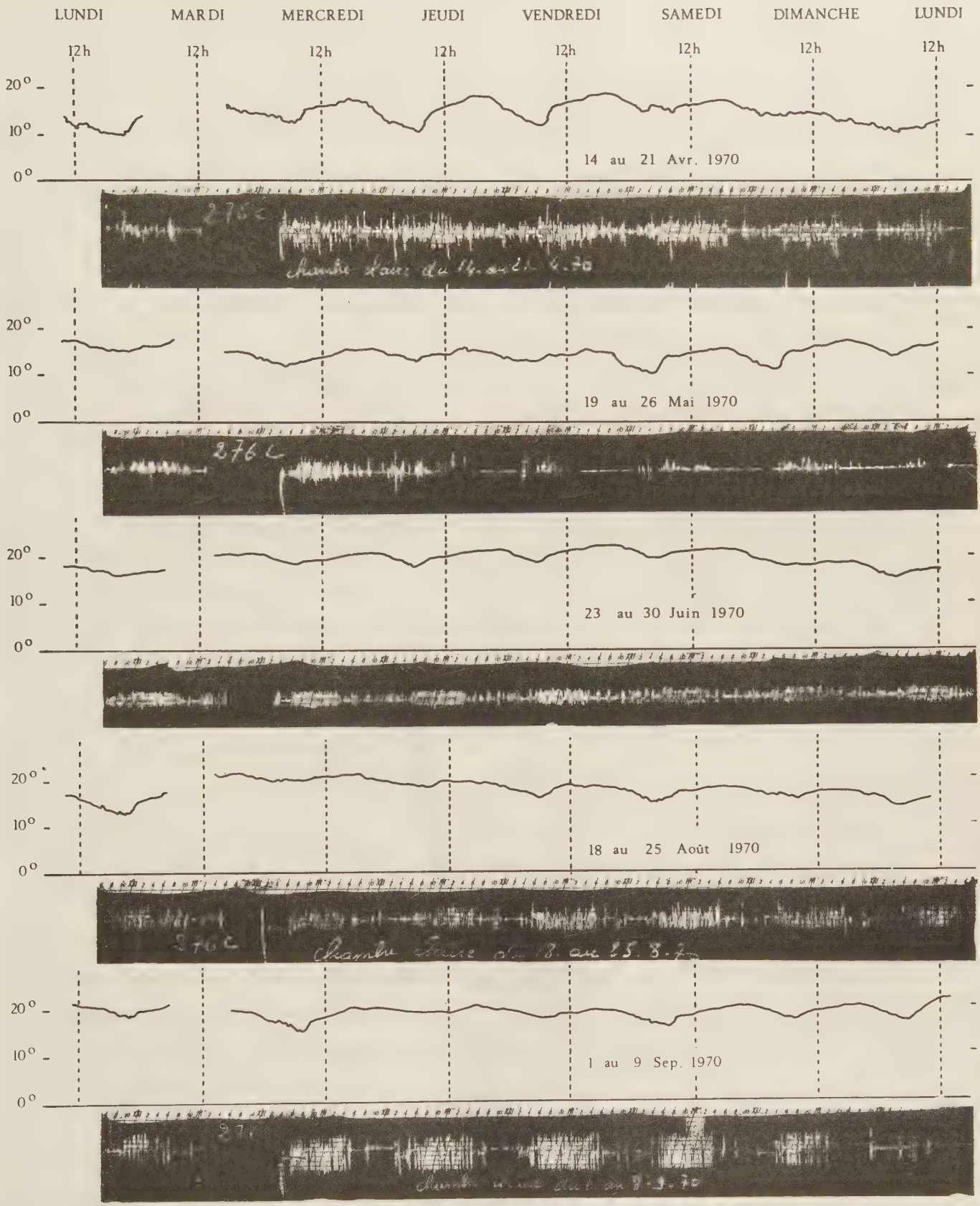


Figure n°2 bis – Evolution de l'activité au cours du cycle annuel, chez le Lérot. Reproduction des enregistrements fournis par le thermographe et l'actographe à certaines périodes du cycle annuel, chez le Lérot n° 27 C. Pendant toute la durée de l'observation, l'animal était placé dans une pièce soumise aux variations du milieu extérieur et avait de la nourriture à sa disposition.

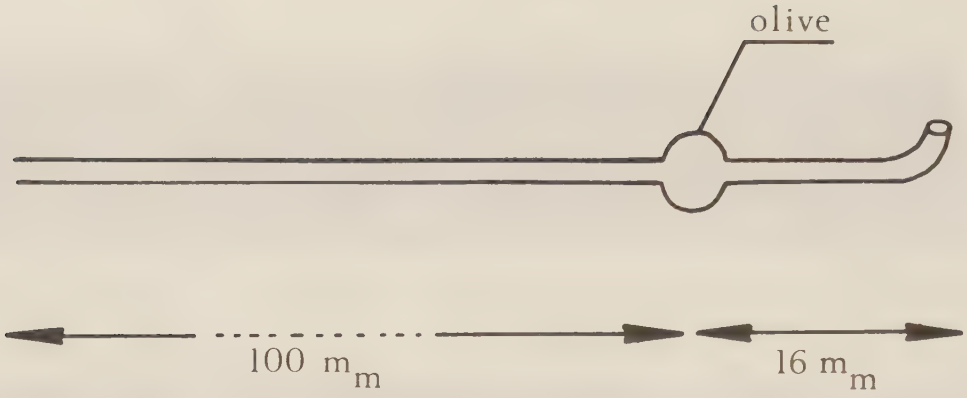


Figure n°3- Schéma d'une canule aortique en polyéthylène.
Les cotes indiquées correspondent à une canule pour un Lérot de 100 g.

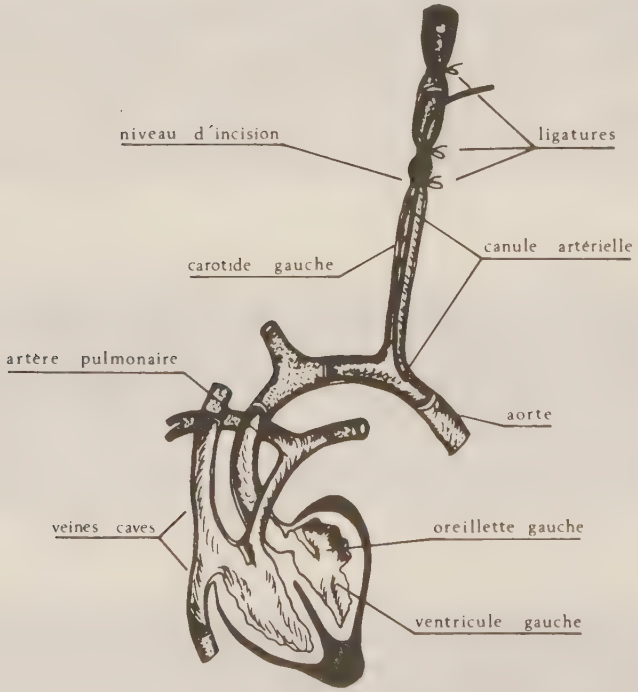


Figure n°4- Coupe schématique du système circulatoire du Lérot après implantation de la canule dont l'extrémité débouche dans la crosse aortique.

circulaire permettant le renflement uniforme du tube de la canule. Cette olive se situe à une distance variable de l'extrémité de la canule, selon la taille du Lérot (15 à 20 mm). Les canules ainsi préparées sont placées et conservées dans une solution germicide (Biocidan au 1/1000).

B - Canulation de l'aorte

Au moment de l'opération la canule est rincée à l'eau distillée stérile et remplie de solution physiologique héparinée (4 mg d'héparine pour 100 ml de sérum physiologique). L'extrémité du cathéther est scellée à la flamme. L'animal hypothermique ne nécessite pas l'emploi d'anesthésique. Après avoir effectué une incision sur la ligne médiane du cou on dégage sur 1 cm la carotide gauche des tissus qui l'entourent. On pose une ligature du côté céphalique et l'on pratique une incision de l'artère. On introduit délicatement l'extrémité de la canule dans le vaisseau et l'on fait progresser le cathéter jusqu'au renflement en orientant la pointe incurvée vers la gauche. Dans ces conditions avec un peu d'entrainement on aboutit aux positions signalées sur le graphique (fig. 4). Après la mise en place des ligatures de fixation, l'extrémité de la canule est extériorisée en un point médian et postérieur du cou de l'animal. La plaie est alors refermée et désinfectée.

C - Soins post-opératoires

Les lérots sont replacés dans leur boîte abri et nous vérifions les canules pendant 5 jours en réalisant des rinçages quotidiens. Cette opération consiste à retirer un volume de sang égal au contenu de la canule puis à refouler le contenu de la canule dans le courant circulatoire en lui substituant un volume égal de solution physiologique héparinée. Après cette période de mise en condition le Lérot recouvre un état de santé parfait. A partir de ce moment nous pouvons espacer les rinçages et même les supprimer car le temps de coagulation est très allongé pendant la phase hibernale. Nous avons réussi à obtenir des échantillons de sang trois mois après l'opération.

Si cette technique s'est révélée fort utile pour les prélèvements de sang chez des animaux endormis ou en cours de réveil, nous n'avons pu l'appliquer avec succès sur des lérots en cours d'endormissement. En effet de très faibles stimu-

lations comme le simple fait de toucher la canule, peuvent modifier le déroulement normal de l'entrée en hypothermie du Lérot. Pour cette raison, nous avons sacrifié des lots homogènes d'animaux pour obtenir les prélèvements nécessaires à l'étude des modifications métaboliques intervenant dans les toutes premières heures de l'endormissement.

III - PRELEVEMENT DES TISSUS

L'étude biochimique que nous avons entrepriseportait sur le plasma, le foie, les muscles cardiaque et squelettique et la graisse brune. Les animaux ont été sacrifiés dans différents états physiologiques.

Le Lérot en sommeil hypothermique se manipule facilement. On note son poids et sa température rectale puis l'animal est décapité et l'on recueille le sang sur héparine. La prise est aussitôt centrifugée et le plasma décanté est conservé à -20°C en attendant la réalisation des différents dosages. Dès l'instant où l'animal est saigné on opère très rapidement : après incision longitudinale de l'abdomen, un lobe du foie est excisé et la partie destinée à la détermination du glycogène est pesée puis immergée dans la potasse bouillante. Nous avons opéré dans des conditions semblables pour les muscles cardiaque et squelettique. A l'occasion de chaque sacrifice nous avons eu le souci majeur de réduire au maximum le temps de prélèvement des tissus dans lesquels nous dosions le glycogène qui est un constituant très labile. En outre, nous nous sommes efforcés de toujours prélever le fragment de tissu dans la même zone pour remédier à une répartition non homogène éventuelle du glycogène. Les échantillons tissulaires dans lesquels nous analysions les constituants lipidiques étaient introduits dans des tubes de Potter de 50ml contenant 5 ml du mélange chloroforme méthanol en proportion volumétrique de 2/1. On broie le tout et l'homogénéisat ajusté à 50 ml est conservé à la chambre froide.

Enfin dans certains cas on effectuait également rapidement les prélèvements histologiques désirés, selon les techniques décrites (GABE et coll, 1964).

Pour le Lérot en activité un problème plus embarrassant s'est posé en ce qui concerne le sacrifice de l'animal. Réveillé, cet hibernant est très agile et

agressif, aussi avons nous profité de son repos diurne relatif pour introduire délicatement sa cage-abri sous une cloche en verre dans laquelle nous établissions un courant de protoxyde d'azote. Dans ces conditions, l'animal est neutralisé en trente secondes environ. Nous pensons avoir éliminé ainsi au maximum les influences extérieures qui auraient pu créer un choc chez l'animal, ce qui risquait de perturber l'état endocrinien et biochimique au moment du sacrifice.

IV - TECHNIQUES ANALYTIQUES

A - Lipides

L'analyse des constituants lipidiques a été réalisée sur différents tissus: plasma, foie, coeur, tissu adipeux brun et blanc.

1 - Dosages

a) Les acides gras totaux

Nous avons utilisé une micro méthode mise au point au laboratoire à partir des travaux de SPERRY (1955), FOLCH (1957) et ALBRINK (1959). Elle consiste en l'extraction des lipides tissulaires, saponification de ces derniers, extraction et microtitration des acides gras libérés. La détermination des acides gras totaux plasmatiques, en même temps que celle du phosphore lipidique et du cholestérol total se fait sur un volume total de 200 µl de plasma seulement. Tous les solvants utilisés dans les différentes étapes du dosage ont été purifiés suivant les indications de HOUGET et BOUTOU (1958). Nous décrivons brièvement cette méthode qui s'est révélée très précieuse dans notre travail par sa simplicité et sa sécurité. Une prise aliquote renfermant les lipides totaux extraits à froid par le mélange (chloroforme-méthanol 2 :1 V/V) est mise à sec puis saponifiée par de la potasse alcoolique normale pendant 2 heures. Les acides gras libérés après acidification du milieu par de l'acide chlorhydrique normal sont extraits à trois reprises par de l'éther de pétrole. Cette dernière phase contenant les acides gras totaux et l'insaponifiable est évaporée à sec. Le résidu sec est repris par de l'alcool absolu. On titre les acides gras en solution alcoolique à l'aide de soude (0,018 N) en présence de bleu de Nil. Cette microtitration s'effectue avec la microburette Beckman modèle 153. Dans un travail précédent, (AMBID, 1964) nous avons donné tous

les détails relatifs à la vérification de cette méthode.

b) Le phosphore lipidique

Pour l'élaboration de cette méthode nous avons utilisé les données relevées dans les publications de DELSAL (1955) et de HOUGET (1958). Il s'agit de minéraliser l'extrait lipidique et d'effectuer le dosage colorimétrique du phosphore selon la méthode de FISKE et SUBBAROW (1925).

Le point délicat dans cette manipulation réside dans la minéralisation qui est effectuée par chauffage, à 300°C pendant 5 minutes, de l'extrait lipidique (2 à 20 µg de phosphore) contenu dans de l'acide sulfurique concentré. Après ce traitement on ajoute une goutte d'eau oxygénée à 30 % puis on chauffe à nouveau pendant 4 minutes et la solution devient incolore. Le temps de chauffage a été calculé afin de permettre la décomposition de l'eau oxygénée en excès. Après refroidissement la solution acide est diluée avec de l'eau bidistillée et le tout est plongé au bain-marie bouillant pendant 20 minutes afin d'hydrolyser les pyrophosphates qui ont pu se former lors de la minéralisation. A ce stade on pratique le dosage du phosphore de la façon suivante :

A chaque tube contenant la solution acide, on ajoute 0,5 ml de molybdate d'ammonium à 5 % et 0,5 ml d'acide amino-naphtol sulfonique à 0,2 % (contenant 12 % de métabisulfite de sodium et 1,2 % de sulfite anhydre de sodium). Après chauffage au bain-marie bouillant pendant 20 minutes, le tube est refroidi et le volume ajusté à 10 ml avec de l'eau bidistillée. La coloration obtenue est très stable. La lecture au spectrophotomètre (SAFAS) est faite à la longueur d'onde de 700 mµ. Dans les limites de concentration comprises entre 2 µg et 20 µg de phosphore que nous nous sommes fixées, la loi de BEER est rigoureusement vérifiée.

c) Le cholestérol total

Nous avons appliqué la méthode colorimétrique de Liebermann Burchard, décrite par STADTMAN (1957), sur l'insaponifiable des extraits lipidiques, les résultats étant très supérieurs et plus réguliers qu'en opérant directement sur le plasma. Lors du processus d'extraction des lipides décrit précédemment nous reprenions les acides gras totaux et l'insaponifiable par de l'alcool absolu. A ce sta-

de une prise aliquote est mise à sec et nous ajoutons 2,5 ml de chloroforme puis 1 ml d'anhydride acétique. Par addition de trois gouttes d'acide sulfurique concentré il se développe la coloration classique bleue-verte. On laisse à l'obscurité pendant 30 minutes et on effectue aussitôt la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 650 mμ.

d) Les acides gras libres plasmatiques

Le problème majeur que nous avons rencontré lors de l'élaboration de ce dosage a été le choix d'une micro méthode, compte tenu du fait que nous ne disposions que de faibles quantités de plasma (50 à 100 μl). Nous avons estimé, après avoir testé diverses méthodes, que la microméthode décrite par LAURELL et TIBBLING (1966) répondait de façon très satisfaisante à nos besoins.

Les acides gras libres contenus dans 50 μl de plasma sont extraits par 6 ml du mélange C.H.M. (chloroforme-heptane 4:3, V/V, renfermant 2 % de méthanol) en présence de 250 mg environ d'acide silicique activé à 120° pendant 12 heures. Après agitation et centrifugation une prise aliquote (5 ml) du mélange renfermant les acides gras libres est mise en présence de 2 ml d'une solution cuivrique de composition suivante :

Solution A
- 10 ml de $Cu(NO_3)_2$, 0,5 M.
- 10 ml de triéthanolamine, 1 M.
- 3,5 ml de NaOH, N.
- Eau distillée Q S P 100 ml.

Dans cette solution nous dissolvons 33 g de Nacl et le pH du milieu est ajusté à 8,1.

Le traitement par la solution cuivrique s'achève par une centrifugation qui permet de recueillir les savons cuivriques dans la phase supérieure. Une prise aliquote (4,5 ml) est traitée par 0,5 ml d'une solution éthanolique de diphénylcarbazide à 0,4 % renfermant 1 % de triéthanolamine, M. Il se développe au bout de 15 minutes une coloration rose dont la densité optique est lue à 550 mμ. Les solutions standards sont constituées par un mélange acide palmitique-acide stéarique en solution dans le mélange C.H.M. utilisé pour les essais.

L'avantage de la présente méthode est qu'elle ne nécessite qu'un petit volume de sang et qu'elle est néanmoins très précise et fidèle.

2 - Etudes chromatographiques des lipides

Dans notre travail nous avons été amenés à utiliser différentes techni - ques chromatographiques afin d'étudier la composition des trois fractions lipidiques : estersde cholestérol, triglycérides, phospholipides. D'autre part la proportion des différents acides gras a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse.

a) Chromatographie sur colonne

Nous nous sommes inspirés du protocole expérimental préconisé par HAVEL et coll. (1962). Une prise aliquote d'extrait lipidique total est mis à sec, le résidu est repris par une quantité déterminée du mélange (heptane-éther éthylique 98:2, V/V). La colonne de 11 mm de diamètre intérieur et de 130 mm de longueur contient 600 mg d'acide silicique activé à 110° pendant 12 h auxquels on ajoute 300 mg de Super Cel, le tout imprégné par la phase heptane-éther (98:2). On introduit en général dans la colonne 5 mg de lipides environ dans un volume de 2 ml. Les fractions sont éluées de la façon suivante :

8 ml d'heptane-éther (98/2, V/V) pour les esters de cholestérol.
50 ml de chloroforme pour les glycérides, le cholestérol libre et les acides gras libres.
20 ml de méthanol pour les phospholipides.

Les trois fractions recueillies sont évaporées, l'extraction et la détermination des divers constituants lipidiques s'effectuent suivant le schéma classique présenté précédemment.

b) Chromatographie en phase gazeuse

L'analyse des acides gras totaux des extraits lipidiques tissulaires de Lérot par chromatographie en phase gazeuse a été effectuée en collaboration avec SABLE-AMPLIS, attachée de recherches au CNRS dans notre laboratoire. Nous

avons utilisé un chromatographe Aérograph 1520 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme. La colonne longue de 3 mètres et de 6, 35 mm de diamètre intérieur est remplie de chromosorb w (80-100 mesh) imprégné de succinate de diéthylène glycol à 5 %. Toutes les déterminations ont été effectuées à la même température (175°C) et le gaz vecteur (azote) avait un débit de 20 ml/mn).

L'analyse qualitative des différents acides gras se faisait par comparaison avec des chromatogrammes témoins obtenus à partir de solutions standards traitées dans les mêmes conditions que les essais. La méthylation des différents acides en solution dans de l'éther déperoxydé était réalisée avec le diazométhane suivant la méthode préconisée par SCHLENCK et GELLERMAN (1960).

Dans ces conditions nous avons étudié la répartition des acides gras à longue chaîne carbonée comprenant entre 14 et 20 atomes de carbone. Pour les concentrations utilisées la réponse du détecteur était toujours linéaire. La proportion de chaque acide est donnée par le rapport de la surface du pic spécifique à la surface totale du chromatogramme. Dans la suite du texte nous utilisons pour désigner les différents acides gras les abrévations suivantes :

acide myristique	C14 : 0
acide palmitique	C16 : 0
acide palmitoléique	C16 : 1
acide stéarique	C18 : 0
acide oléique	C18 : 1
acide linoléique	C18 : 2
acide arachidonique	C20 : 4

B - Glucides

1 - Glucose plasmatique

Après défécation des protéines plasmatiques par l'association de baryte (0, 3 N) et de sulfate de zinc (5%) nous avons dosé le glucose par la méthode colorimétrique de NELSON-SOMOGYI (1952). Cette méthode permet avec beaucoup de précision de déterminer des glycémies de l'ordre de 10 mg p. 100 ml dans des prises de plasma de 200 µl.

2 - Glycogène tissulaire

Nous avons choisi la méthode de PFLUGER (1905) (digestion alcaline à chaud du tissu), suivie d'une précipitation alcoolique et d'une hydrolyse acide du glycogène. Le glucose est alors dosé par la méthode colorimétrique de NELSON - SOMOGYI (1952).

3 - Glycérol plasmatique

La méthode de LAMBERT et NEISH (1950) pour la détermination du glycérol dans les milieux de fermentation a été adaptée au plasma dans notre laboratoire par BERLAN (1969). Une prise aliquote du surnageant obtenue après défécation des protéines plasmatiques est mise en présence de métapériodate de sodium 0,05 M (0,1 ml) pendant 10 minutes. La réaction est stoppée par un excès de méta-arséniate de sodium 0,5 M (0,1 ml). Le glycérol est totalement oxydé en for - maldéhyde ainsi qu'une partie du glucose présent dans la prise.

On ajoute au milieu réactionnel 5 ml d'acide chromotropique (acide 1,8 dihydroxy naphtalène-3,6 disulfonique) à 0,2 % et le tout est porté au bain-marie bouillant pendant 30 minutes à l'abri de la lumière. Il se développe une coloration mauve dont on mesure la densité optique à 570 mμ.

Dans l'expression des résultats nous tenons compte de la densité optique due à la coloration provenant de l'oxydation partielle du glucose. Un abaque réalisé dans notre laboratoire a facilité cette opération. Nous nous sommes permis, connaissant la glycémie des animaux de calculer graphiquement la densité optique résiduelle due au glucose. Cette valeur défalquée de la densité optique totale nous donne la densité optique partielle due au glycérol. Ce raisonnement est basé sur les vérifications expérimentales que nous avons effectuées :

- pour des solutions pures de glycérol, de concentrations comprises entre 2 et 25 μg par ml, le dosage suit la loi de BEER-LAMBERT.

- la courbe d'oxydation du glucose par le métapériodate de sodium dans les mêmes conditions (temps d'oxydation 10 minutes à la température du laboratoire) est linéaire pour des concentrations en glucose comprises entre 10 et 80 μg par ml.

- enfin la densité optique obtenue à partir de solution mixte (glucose + glycérol) représente la somme arithmétique des densités optiques des deux composants pris isolément.

Remarque : cette méthode dans le cas du plasma, est moins précise que les méthodes enzymatiques, mais les variations du taux du glycérol chez le Lérot en cours de réveil sont d'une telle amplitude que nous pouvons lui attribuer un crédit suffisant.

4 - Acide lactique

Ce composé a été dosé dans des échantillons de 200 µl de plasma par la méthode de BARKER (1957).

5 - Acide pyruvique

Pour doser ce constituant dans 200 µl de plasma nous avons suivi le protocole expérimental décrit par FRIEDMAN (1957).

C - β lipoprotéines sériques

Les β lipoprotéines sériques sont évaluées selon la méthode de BURS - TEIN et SAMAILLE (1958). En présence de sulfate de dextrane et de chlorure de calcium les β lipoprotéines sériques précipitent sélectivement sous forme d'une suspension dispersée et homogène dont on peut mesurer l'opacité. Le taux des β lipoprotéines est exprimé en degrés VERNES (un degré VERNES = 0, 01 densité optique).

D - pH du sang et gaz du sang

Le prélèvement en anaérobiose des échantillons de sang s'effectue sur des animaux porteurs de canules aortiques. On introduisait, avant chaque opération, dans la seringue héparinée un peu de mercure pour faciliter l'homogénéisation du sang lors des analyses. Le pH sanguin a été mesuré à 38°C avec une microélectrode thermostatée branchée sur un pHmètre Beckman.

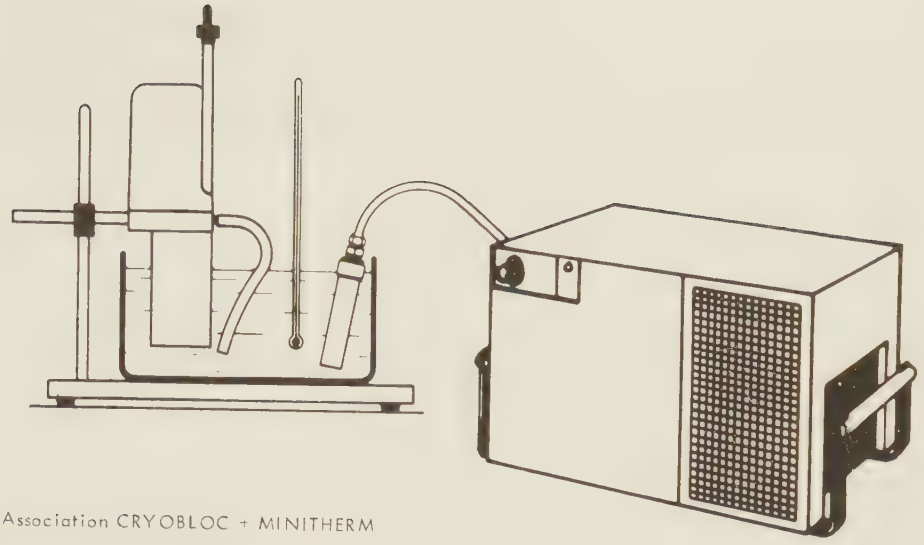
Le CO_2 total et l'oxygène du sang étaient analysés sur une très petite

quantité de sang (30 µl) avec l'appareil de Natelson suivant les indications de HOLADAY et VEROSKY (1956). C'est une méthode micromanométrique reposant sur les mêmes principes que la méthode classique de VAN SLYKE.

E - Mesure de la consommation d'oxygène de coupes de tissus in vitro

Dans notre étude sur l'effet de la température sur le métabolisme tissulaire nous avons eu recours à la technique manométrique de Warburg. Le protocole expérimental était le suivant : après le sacrifice de l'animal, le cerveau, le foie, le coeur, le rein et la graisse brune axillaire sont excisés rapidement et placés dans la solution tampon refroidie de Krebs Ringer renfermant du bicarbonate et du glucose à 0,15 %. Ce milieu d'incubation préparé suivant les indications de UMBREIT et coll. (1964) était équilibré pendant 10 minutes avec un mélange gazeux contenant 95 % d' O_2 et 5 % de CO_2, puis ajusté au pH 7,4. Tous les tissus prélevés sont débités en fines coupes de 0,3 mm d'épaisseur à l'aide d'un microtome "Stadie Riggs". Les coupes obtenues sont transférées dans des fioles de Warburg contenant 2,8 ml de Krebs Ringer bicarbonate glucosé. Dans le puits central nous introduisions 0,2 ml de potasse à 20 % imprégnant un tortillon de papier filtre. Les fioles sont adaptées aux manomètres correspondants et mises dans un bain dont la température est réglée à $\pm$ 0,1 °C. Après une équilibration thermique de 15 minutes on effectue des lectures toutes les 10 minutes pendant 80 minutes. Pour les températures d'incubation de 6°C et de 16°C on réalisait quatre mesures séparées par un temps de 20 minutes. A la fin de l'expérimentation toutes les coupes sont recueillies dans des coupelles tarées et placées à l'étuve (100°C) pour déterminer le poids du tissu sec. Les résultats sont exprimés en microlitres d'oxygène consommés pendant une heure par gramme de tissu sec.

Remarque : La consommation d'oxygène a été mesurée in vitro à quatre températures d'incubation : 6°C, 16°C, 27°C, 37°C. Pour l'obtention des bains à 6°C et 16°C nous avons utilisé un thermostat à circulation, associé à une sonde réfrigérante, le tout immergé dans la cuve d'un appareil de Warburg. Un tel cryostat a été réalisé par l'association du Cryobloc et du Minitherm fournis par la société SECASI (schéma ci-contre).



Association CRYOBLOC + MINITHERM

montage permettant de maintenir constante, à une valeur inférieure à l'ambiance, la température du bain d'incubation.

V - EXPRESSION DES RESULTATS

Les données analytiques sont fournies ainsi que leur moyenne m, accompagnée de l'erreur standard de la moyenne.

$$m = \frac{\sum x}{N}$$

N = nombre d'animaux

$$\text{erreur standard à la moyenne : } = \sqrt{\frac{\sum (x-m)^2}{N\,(N-1)}}$$

La comparaison entre deux moyennes mA et mB observées sur deux échantillons de nA et nB sujets est fondée sur la valeur t de STUDENT.

$$t = \frac{(mA - mB)}{\sqrt{\frac{S^2}{nA} + \frac{S^2}{nB}}}$$

où S^2 désigne l'estimation, supposée commune, de la variance par la formule :

$$S^2 = \frac{\sum (x - mA)^2 + \sum (x-mB)^2}{nA + nB - 2}$$

Si (t) est inférieur à la valeur lue dans la table de t (LISON, 1958) pour un nombre de degrés de liberté (d. d. l ; = nA + nB - 2) et si le risque est de 5 %, la différence n'est pas significative ; dans le cas contraire, elle est significative et le risque indiqué par la table pour la valeur de (t) trouvée, fixe le degré de signification (P).

chapitre I

OBSERVATIONS ECOLOGIQUES

I - CYCLE SAISONNIER D'ACTIVITE

A - La préhibernation

B - Le sommeil hibernal

C - Le réveil de printemps

D - La vie active. Mise en évidence d'un état d'estivation chez le Lérot.

II - CYCLE ANNUEL DU POIDS CORPOREL

A - Evolution du poids corporel pendant un cycle saisonnier complet

B - Influence de divers facteurs sur la perte de poids pendant l'hibernation

1 - Température ambiante

2 - Durée des réveils

3 - Poids initial de l'animal

4 - Cas des lérots maintenus pendant une période de quatre ans à 6°C et à l'obscurité

III - DISCUSSION

Pour permettre de mieux comprendre les modifications de tout ordre qui surviennent chez le Lérot à l'occasion des endormissements et des réveils périodiques, il est indispensable de décrire tout d'abord les évènements qui se succèdent au cours du cycle saisonnier. Des renseignements d'ordre écologique ou portant sur les modifications des glandes endocrines concernant les lérots ont déjà été publiés (PRUNELLE, 1807 ; SAINT GIRONS, 1960 ; GABE et coll., 1964 ; LACHIVER et BOULOUARD 1965, BUSSY 1965 et 1966). Dans ce chapitre, nous exposerons nos propres observations sur le comportement du Lérot en captivité. Celles-ci pour la plupart confirment les données antérieures des auteurs mais sur divers points apportent des précisions que nous croyons importantes.

I - CYCLE SAISONNIER D'ACTIVITE

On peut scinder le cycle annuel du Lérot en quatre périodes assez bien distinctes :

- La préhibernation.
- L'hibernation.
- Le réveil printanier.
- La vie active.

A - La préhibernation

Les lérots qui au cours des semaines précédentes ont présenté un engraissement spectaculaire, manifestent dès la mi-septembre une diminution d'activité et certains tombent en léthargie pendant de courtes durées, de l'ordre de 24 heures. Les phases d'hypothermie se manifestent de façon progressive aussi bien en ce qui concerne l'évènement que leur durée. Cependant, cette tendance au sommeil hypothermique se trouvait renforcée lorsque la température ambiante était basse. Le tableau ci-après indique le nombre d'individus endormis pendant les périodes au cours desquelles nous avons enregistré la température ambiante de la pièce d'élevage. De nombreux animaux ont été examinés chaque année et le lot de lérots étudié dans cette expérience comprenait 12 individus nourris et en actographe.

Date	Nombre de lérots endormis sur un total de 12	températures extrêmes enregistrées pendant la période considérée
du 19 au 24/ 9/68	0	15°C - 17°C
du 25 au 1/10/68	4	14°C - 19°C
du 2 au 8/10/68	2	10°C - 15°C
du 9 au 15/10/68	4	10°C - 16°C
du 16 au 22/10/68	9	5°C - 15°C
du 23 au 29/10/68	12	8°C - 15°C
du 30 au 5/11/68	12	7°C - 15°C

Nombre de lérots endormis sur un total de 12 pendant la préhibernation.

Nous constatons que le nombre d'animaux endormis croît à partir de la dernière semaine de septembre et qu'une chute de la température ambiante induit des phases d'hypothermie de plus en plus nombreuses. Or, si incontestablement le froid favorise l'engourdissement léthargique il est non moins certain que le sommeil hibernal peut survenir à n'importe quelle température. Nous en avons observé de nombreux cas en automne pour des températures ambiantes comprises entre 15°C et 20°C. Le froid, de toute évidence, n'est pas le seul facteur intervenant dans l'induction du sommeil hypothermique.

Remarque : Dans la nature BUSSY (1966) a observé au cours de ses opérations de dénichage que les premiers animaux entrant en hibernation sont les adultes. En outre les lérots se nourrissent jusqu'au dernier jour d'activité, la présence d'excréments hors du nid en faisant foi. Toutes les observations de cet auteur sur le Lérot étudié dans son biotope naturel sont en parfait accord avec celles enregistrées dans notre élevage.

En général dès le mois de Novembre la plupart des animaux maintenus en captivité dans une salle soumise aux variations du milieu extérieur, hibernent régulièrement, la durée des phases de sommeil augmentant de plus en plus dans les semaines qui suivent.

B - Le sommeil hibernal

Les lérots ne se nourrissent généralement que très peu pendant l'hibernation certains même refusant toute nourriture, du moins en captivité, et l'amaigrissement est très important. Le sommeil est périodiquement interrompu par des réveils qui surviennent tous les 8 à 15 jours d'une manière imprévisible chez les animaux hibernant à 6°C. Il est à redouter que les excitations sensorielles de toute nature, en relation avec la présence de l'expérimentateur dans la salle d'élevage, suffisent à provoquer le réveil surtout après plusieurs jours d'hypothermie. L'examen de l'actogramme permet de saisir le début d'activité au cours du réveil. Dans notre travail nous avons le plus souvent provoqué délibérément le réveil chez des animaux hypothermiques à l'aide de quelques excitations (prise de la température corporelle à 6°C par exemple). Dans ces conditions le Lérot hypothermique entame un processus inéluctable de réchauffement apparemment semblable au réveil spontané.

Description d'un réveil

L'animal endormi, replié sur lui même, présente une forme en boule caractéristique. Pendant la stimulation (prise de la température rectale) qui déclenchera le réveil il manifeste certains réflexes de défense (extension des quatre membres et ouverture de la gueule avec émission de petits cris aigus). Si le stimulus tactile cesse, tous ces mouvements disparaissent et le Lérot s'immobilise,mais son rythme respiratoire et la fréquence des battements cardiaques augmentent néanmoins progressivement. L'évolution de ces deux paramètres a été enregistrée au cours du réveil d'un animal hypothermique à 6°C et placé à une température ambiante de 20°C. Les résultats sont consignés sur la figure n°5. On observe que la fréquence des mouvements respiratoires et cardiaques passe par un maximum pour une température rectale comprise entre 13°C et 21°C. Dans l'exemple décrit ces températures furent enregistrées entre la 32ème et la 42ème minute de réchauffement. Nous ferons remarquer que le fait de placer l'animal à une température ambiante supérieure à la température d'hibernation, active le processus du réveil. Ainsi dans le cas où le réveil a lieu à 6°C le Lérot élève sa température rectale de 4°C en 35 minutes en moyenne, puis on assiste à une élévation spectaculaire de cette température de l'ordre de 20°C en 30 minutes.

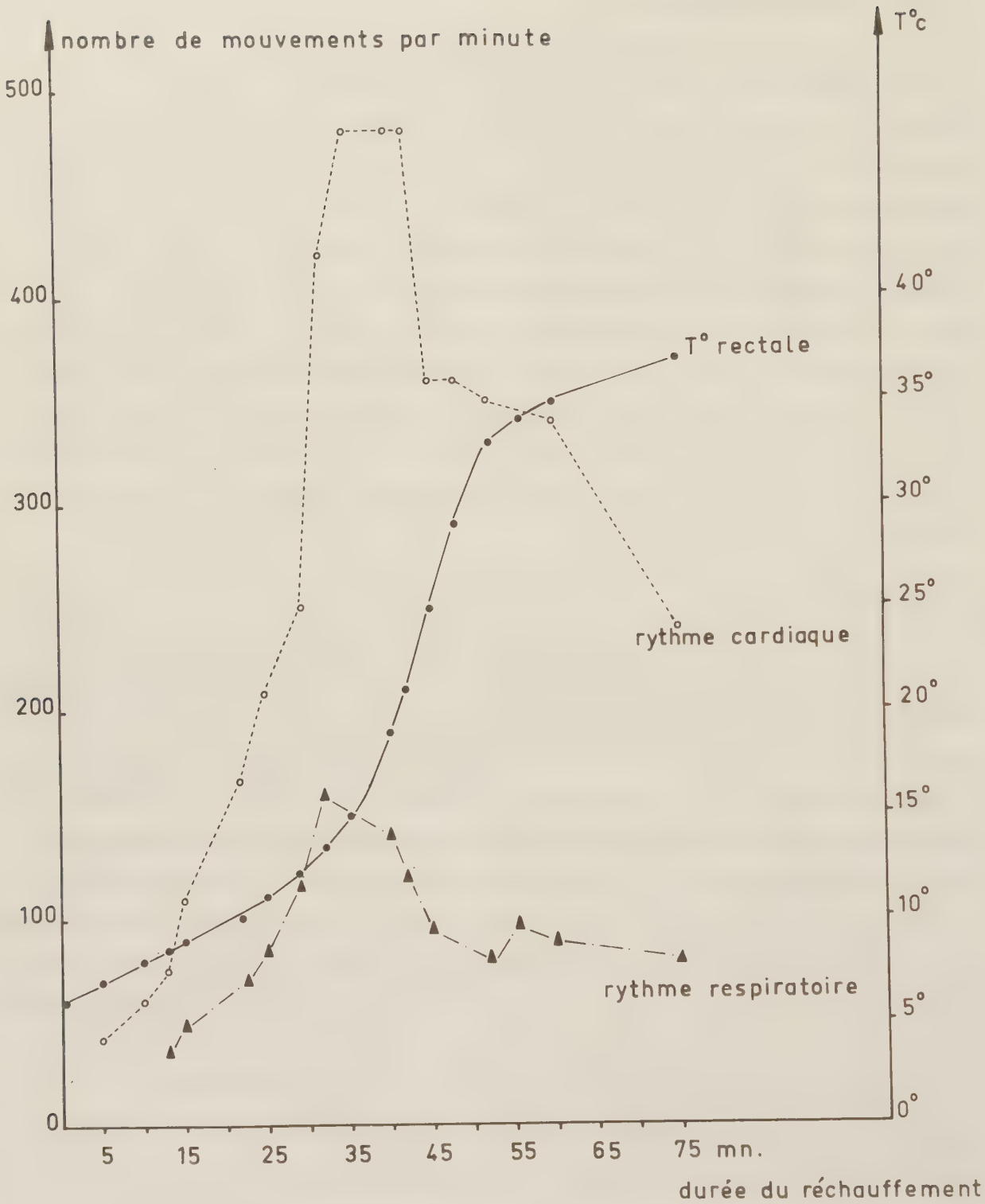


Figure n°5- Evolution des rythmes respiratoire et cardiaque au cours d'un réveil provoqué, chez le Lérot.
Noter que les valeurs des deux paramètres étudiés passent par un maximum lorsque la température rectale de l'animal se situe entre 13°C et 21°C.

La fin du réchauffement est beaucoup moins rapide, la température rectale augmentant de 6°C en 20 minutes. Pendant cette période l'animal est très actif, agressif même, ce qui rend l'expérimentation difficile. L'enregistrement simultané de la température dans trois régions du corps de l'animal par l'emploi de thermocouples permet de mettre en évidence un réchauffement bien plus rapide de la partie antérieure du corps lors du réveil, comme il a été montré sur d'autres espèces (fig. n°6). Ainsi pour une température rectale de 10°C on enregistre au

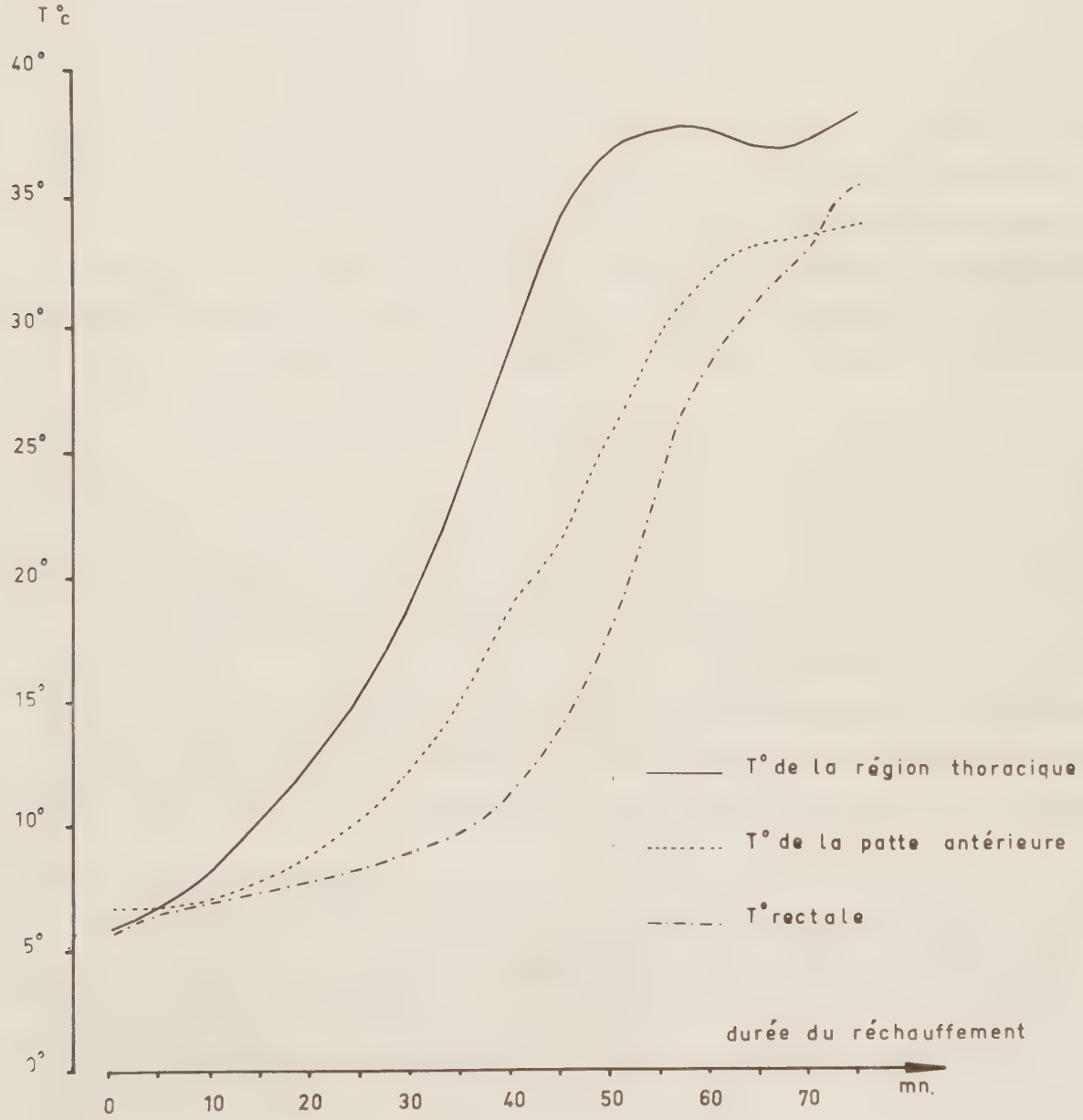


Figure n° 6 – Enregistrement simultané de la température dans trois régions du corps du Lérot au cours d'un réveil.
Noter l'importance du gradient de température existant entre le thorax et la région colonique à la quarantième minute de réchauffement.

même moment 16°C dans le muscle de la patte antérieure et 25,5°C dans la région thoracique . Dans ces conditions la température rectale de 10°C n'est qu'une simple indication chronologique du réchauffement puisqu'à ce stade les températures du coeur et de la graisse brune en particulier sont supérieures de plusieurs degrés. L'existence de tels gradients de température est embarrassante quant au choix d'un critère de référence pour l'étude du réveil. Dans la suite de notre travail nous avons retenu deux paramètres pour caractériser l'état physiologique du Lérot en cours de réveil : la température rectale et la durée du réchauffement. Mais, même pour de dernier point il y a lieu d'être circonspect. En effet la vitesse de réchauffement est variable d'un individu à un autre, et cette vitesse est d'autant plus grande que la température ambiante est élevée. La figure n°7 représente les courbes de réchauffement relatives à deux lérots qui étaient endormis depuis cinq jours à 6°C avant l'induction du réveil par la prise de la température rectale. L'un des deux animaux fut maintenu à 6°C ; quant à l'autre son réchauffement fut réalisé à une température ambiante supérieure (22°C). Nous constatons que dans le dernier cas la région thoracique de l'animal se réchauffe plus rapidement.

La durée de la période d'activité qui succède au réveil, varie en particulier avec la température ambiante et nous a paru comprise entre 8 et 14 heures à 6°C et à l'obscurité contre 12 à 40 heures chez des lérots qui ont hiberné à une température variable et avec un éclairement normal. Dans ce dernier cas, la présence de l'animalier, n'est pas étrangère à la longue durée de la phase de réveil. Cependant, il est vraisemblable que dans des conditions égales par ailleurs, la durée des phases d'activité hibernale dépend de la température ambiante et de la solitude relative de l'animal. Après cette phase d'éveil le sommeil hibernal se manifeste à nouveau même si la température du local est nettement supérieure à 20°C.

Ainsi, d'une part la température et ses variations sont un facteur incontestable du sommeil et d'autre part les facteurs physiologiques qui induisent l'endormissement sont suffisamment puissants pour provoquer la léthargie avec hypothermie même si la température extérieure est particulièrement élevée. Rappelons à ce sujet que le froid s'il est trop intense empêche le sommeil hibernal et peut aussi réveiller les animaux ou entraîner la mort.

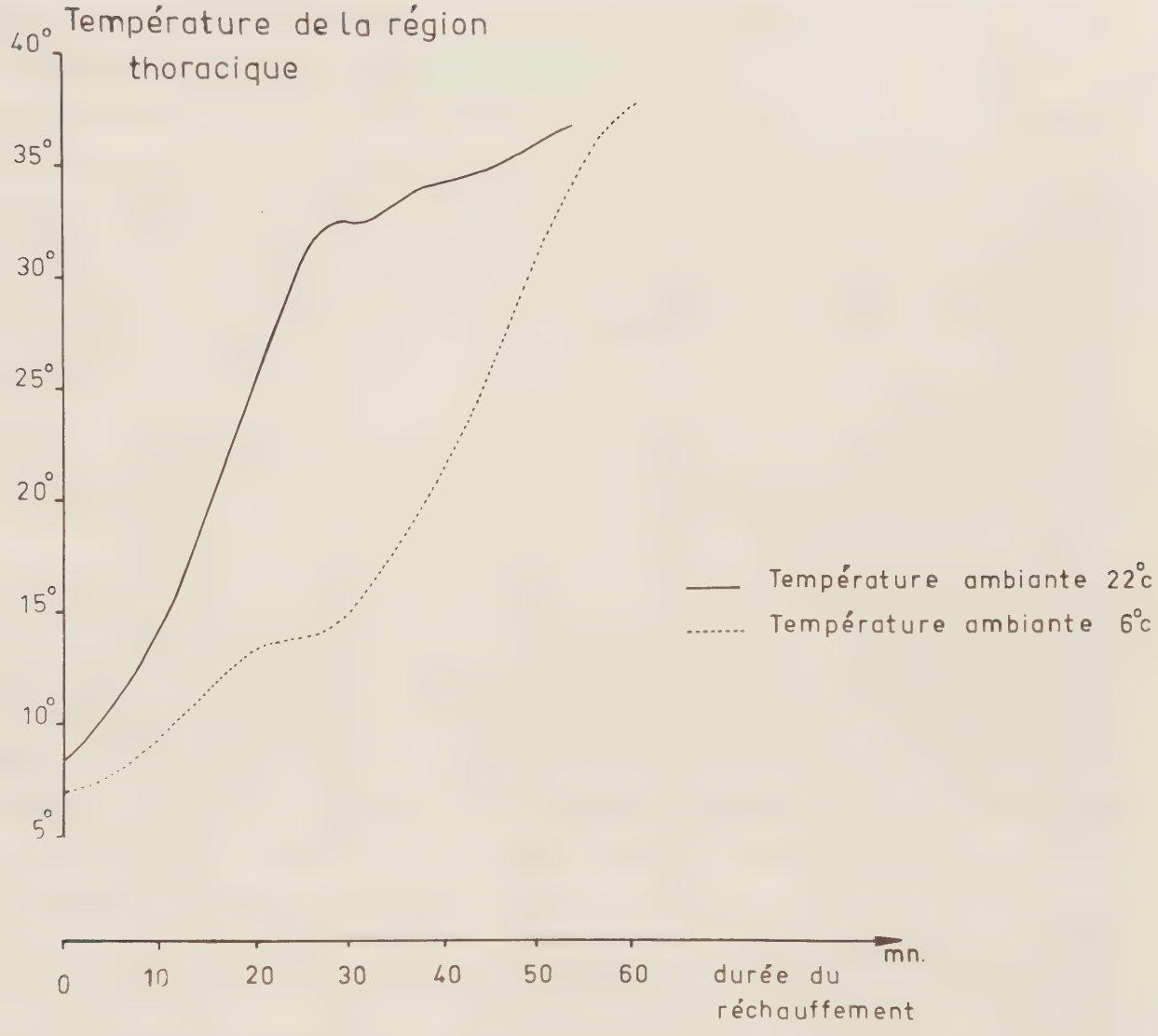


Figure n°7- Courbes de réchauffement relatives à deux lérots dont le réveil s'est déroulé à deux températures ambiantes différentes.
L'animal hypothermique (6°C) placé à 22°C se réchauffe plus rapidement que le Lérot témoin maintenu à 6°C.

C - Le réveil de printemps

A la fin du mois de mars, les animaux qui ont hiberné dans des conditions écologiques assez voisines des conditions naturelles (température variable, photopériode normale), présentent des phases de réveil de plus en plus fréquentes. Les périodes d'hypothermie s'estompent progressivement jusqu'à disparaître com-

N° Lérots	date	TEMPERATURE		OBSERVATIONS	
		rectale	ambiante	heure de la prise de température	durée de l'engourdissement
60/62	9/ 7/62	25°5	25°		
59/62	10/ 7/62	25°5	25°		
29/62	10/ 7/62	25°5	25°		
62/62	10/ 7/62	25	25°		
40/62	10/ 7/62	25°5	25°		
35/62	10/ 7/62	26°	25°		
55/62	19/ 7/62	28°5	28°	17 h	2 h 30
45/62	19/ 7/62	17°	16°5	17 h	48 h
61/62	19/ 7/62	17°	16°5	17 h	24 h
80	15/ 6/63	21°5	21°	17 h	18 h
80	3/ 6/64	22°	21°	10 h	8 h
80	8/ 6/64	21°5	21°	12 h	8 h
80	16/ 6/64	21°	20°	10 h	14 h
80	23/ 6/64	21°5	20°5	8 h	30 h
82	23/ 6/64	21°	20°5	8 h	23 h
86	16/ 6/64	20°5	20°	10 h	44 h
88	16/ 6/64	20°5	19°5	9 h	36 h
10	18/ 6/64	21°	20°	12 h	8 h
140	27/ 5/65	19°	18°	17 h	10 h
140	29/ 5/65	17°5	17°	16 h	6 h
140	2/ 6/65	17°	16°	12 h	4 h
140	10/ 6/65	17°	16°	14 h	4 h
B1	20/ 6/67	19°	18°5	10 h	34 h
9B	9/ 6/67	20°	19°	15 h	15 h
9B	16/ 6/67	20°	19°	18 h	12 h
112	9/ 6/67	15°	14°	18 h	18 h
99B	23/ 6/67	23°	22°	14 h	8 h
295C	8/ 6/69	16°5	16°	18 h	12 h
295C	10/ 6/69	17°	16°	10 h	12 h
295C	23/ 6/69	16°	15°	12 h	12 h
295C	27/ 6/69	19°	18°	18 h	8 h
277C	20/ 6/70	21°	20°	18 h	16 h
277C	1/ 7/70	20°	19°	18 h	12 h
277C	11/ 7/70	22°	21°	16 h	14 h

Températures rectales enregistrées sur un choix de 21 lérots en estivation.
NB. Les durées de l'engourdissement hypothermique indiquées dans ce tableau sont inférieures à celles qui existent réellement. En effet l'enregistrement de la température rectale déclenche de façon irréversible le réchauffement de l'animal ce qui écourte la durée de la léthargie.

plètement alors que les lérots intensifient leur activité avec une reprise importante de l'alimentation. Chez les animaux redevenus définitivement homéothermes, le repos est diurne et l'activité nocturne.

Remarque : Si à la même époque on maintient ces hibernants à une température ambiante relativement basse et à l'obscurité (6°C) avec de l'alimentation à leur disposition, les périodes de torpeur hypothermique ne disparaissent pas. On note cependant que la fréquence des phases alternées d'hypothermie et d'activité, est plus grande qu'en hibernation.

D - La vie active. Mise en évidence d'un état d'estivation chez le Lérot

L'activité des lérots augmente beaucoup au début du mois de mai et ces animaux reprennent du poids pendant toute cette période. Toutefois en juin nous avons fait avec AGID et coll. (1965) une observation importante. En effet, en effectuant des prélèvements sur des lérots qui paraissaient simplement sommeiller nous avons eu la surprise de constater que ces derniers devenaient pour la plupart hypothermiques. Depuis 5 ans nous avons suivi ce phénomène et parmi les individus isolés, placés sur actographe et nourris convenablement, nous avons rencontré un certain nombre d'animaux hypothermiques présentant les signes extérieurs de l'hibernation. (tableau ci-contre).

Leur température rectale était sensiblement égale à la température ambiante, en fait de 1/2 à 1 degré supérieure. Or cette température était souvent élevée puisqu'elle a pu atteindre 28°C certains jours. Cet état de sommeil "estival" se présentait le matin et apparaissait de façon spontanée au mois de juin avec un décalage plus ou moins important suivant les années. Dans le tableau ci-après nous avons consigné certaines observations faites en 1968, où quelques animaux ont été suivis de façon régulière pendant une période de trois mois.

Le pourcentage d'animaux endormis est très variable, la durée des phases d'hypothermie est souvent inférieure à 24 heures mais peut néanmoins atteindre 48 heures. En 1969 et 1970 des observations en tous points analogues ont été faites.

date	nombre d'individus en actographe	nombre d'individus endormis	%	températures extrêmes enregistrées
du 14 au 21/5/68	9	5	55,5	10°C - 25°C
du 22 au 28/5/68	15	9	60	9°C - 24°C
du 29 au 4/6/68	15	7	46,7	12°C - 22°C
du 5 au 11/6/68	15	3	20	12°C - 27°C
du 12 au 18/6/68	15	0	0	11°C - 30°C
du 19 au 25/6/68	15	7	46,7	11°C - 31°C
du 26 au 2/7/68	10	0	0	16°C - 40°C
du 3 au 9/7/68	10	0	0	14°C - 33°C
du 10 au 16/7/68	10	1	10	13°C - 33°C
du 17 au 23/7/68	10	1	10	11°C - 30°C
du 24 au 30/7/68	10	0	0	15°C - 30°C
du 31 au 6/8/68	10	0	0	13°C - 30°C
du 7 au 13/8/68	10	0	0	13°C - 28°C

Nombre d'individus endormis, sur un total de 9 à 15 lérots.

On peut donc observer dans le cycle d'activité du Lérot après le réveil de printemps, l'existence de phases de torpeur estivale accompagnées d'hypothermie qui peuvent se manifester indépendamment de la température extérieure. La durée de ces états variait suivant la température ambiante, elle était d'une huitaine d'heures à 25°C et pouvait atteindre 48 heures ou plus à 16°C. Nous ferons remarquer que tous les animaux qui estivaient avaient à leur disposition une nourriture abondante et variée et disposaient d'un nid dans une salle claire et aérée. Les mêmes lérots ont repris une activité normale au mois d'août sans présenter la moindre phase d'hypothermie. Par la suite dès la fin septembre ils ont manifesté les premiers signes caractéristiques de la préhibernation, c'est-à-dire que dès cette époque des phases de torpeur hypothermique peuvent apparaître.

En somme, le cycle annuel des lérots dans notre élevage montrait deux périodes d'engourdissement, la première en hiver et la seconde moins importante quoique nette en Juin et Juillet (parfois même dès Mai), ces deux périodes étant

séparées par deux phases de grande activité, l'une au printemps, l'autre au mois d'août.

Remarque : BUSSY nous a confirmé que l'endormissement des lérots pendant la période des mois de Mai, Juin et Juillet dans la nature n'était pas exceptionnel. En effet, pendant cette période, il a trouvé des lérots endormis dans des nasses placées en permanence sur les lieux de chasse.

Si pendant la période de l'année où se manifeste habituellement l'estivation, nous privons les lérots de nourriture, on note (fig. n°8) une augmentation de la fréquence des périodes d'hypothermie. Cette expérience est relative à deux lots d'animaux, l'un nourri (A = 9 lérots), l'autre privé de nourriture 24 heures avant le début de l'enregistrement actographique (B = 6 lérots). Pendant les huit jours d'enregistrement, la température ambiante a oscillé entre les valeurs extrêmes de 10°C et de 25°C. Dans le lot A, l'animal 371 C a présenté des périodes de léthargie hypothermique plus longues et plus nombreuses que celles enregistrées chez les huit autres lérots. Par ailleurs, quatre animaux nourris sur neuf n'ont pas présenté de phases d'hypothermie spontanée. Enfin, on observe que la journée du 21 a été celle ou s'est manifestée de façon la plus fréquente l'hypothermie avec des valeurs basses de la température ambiante (10°C - 14°C).

Dans le lot B, les six lérots privés de nourriture ont tous présenté un plus grand nombre de périodes de sommeil hypothermique. Le jeûne favorise donc l'entrée en hypothermie, même si la température ambiante est relativement élevée.

En résumé, on peut observer chez le Lérot en captivité au début de l'été un état d'estivation véritable survenant spontanément, indépendamment de la température extérieure, précédé et suivi de phases d'activité intense.

II - CYCLE ANNUEL DU POIDS CORPOREL

Durant les derniers mois d'été a lieu la préparation en vue de la future période de froid et de jeûne. Le changement le plus visible chez les hibernants est l'accroissement rapide du poids corporel surtout dû à une augmentation des réser-

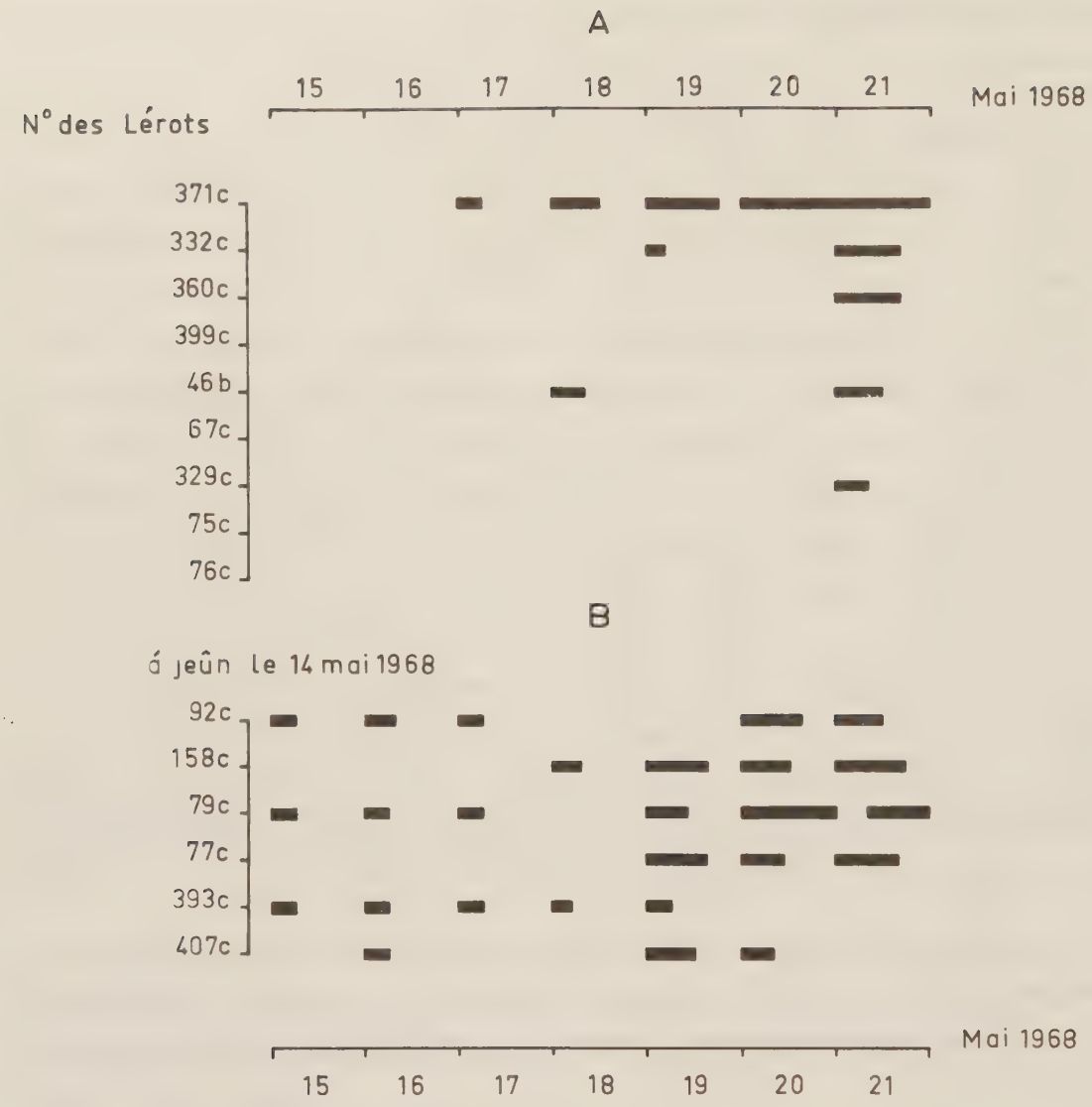


Figure n°8- Influence du jeûne dans l'apparition des phases d'hypothermie.
Les durées des périodes d'hypothermie (rectangles sombres) ont été enregistrées dans deux lots de lérots.
A: Animaux librement alimentés
B: Animaux privés de nourriture 24 h. avant le début des enregistrements. La période de jeûne s'est poursuivie pendant les 8 jours d'observation.

Noter que la fréquence des périodes d'hypothermie est plus élevée dans le lot B.

ves de graisses. WADE (1948) a observé des gains de poids de l'ordre de 48 g par semaine soit 25 % du poids corporel primitif pour Citellus tridecemlineatus.

Bien qu'il soit nécessaire à la survie de ces espèces pendant l'hiver, l'engraissement est variable suivant les modes d'hibernation. Ainsi le Hamster doré exposé au froid n'hiberne pas avant une certaine préparation caractérisée par une accumulation de provisions, une augmentation de la consommation alimentaire et d'eau jusqu'à ce que l'hibernation s'ensuive (LYMAN, 1954). Par contre, les spermophiles hibernent dans les 24 heures qui suivent l'exposition au froid et ne mangent ni ne boivent que rarement pendant les réveils périodiques.

Nous avons là l'exemple de deux comportements distincts en vue de la période hibernale. L'un chez le Spermophile qui tend à devenir obèse avant la mauvaise saison, l'autre chez le Hamster qui accumule des réserves de nourriture qu'il utilisera au cours des réveils.

En ce qui concerne notre animal d'expérience le Lérot, SAINT GIRONS (1960), LACHIVER et BOULOUARD (1965), ont montré qu'en hibernation il peut être considéré comme un excellent hibernant. Ce rongeur peut survivre plusieurs mois sans alimentation et sans eau et son poids corporel diminue alors d'autant plus que la léthargie se prolonge.

Notre étude sur le Lérot nous a conduit à préciser le cycle saisonnier du poids corporel de cet animal. Nous rapporterons aussi quelques observations relatives à d'autres facteurs : température ambiante, fréquence des réveils, poids initial corporel pendant l'hibernation. Enfin nous présenterons le cas d'un groupe de lérots maintenus pendant une période de quatre ans à 6°C et à l'obscurité.

A - Evolution du poids corporel de lérots alimentés pendant un cycle saisonnier complet

Pour cette étude, nous avons utilisé 21 lérots capturés au cours de l'hiver 1965-1966. Après une hibernation complète en captivité les animaux ont été maintenus pendant toute la durée de l'expérience dans la pièce d'élevage, ils avaient à leur disposition une nourriture fraîche et abondante. Dès le mois de Mai, nous avons effectué les premières pesées. Les résultats sont consignés dans le tableau n°1

ainsi que dans la figure n°9.

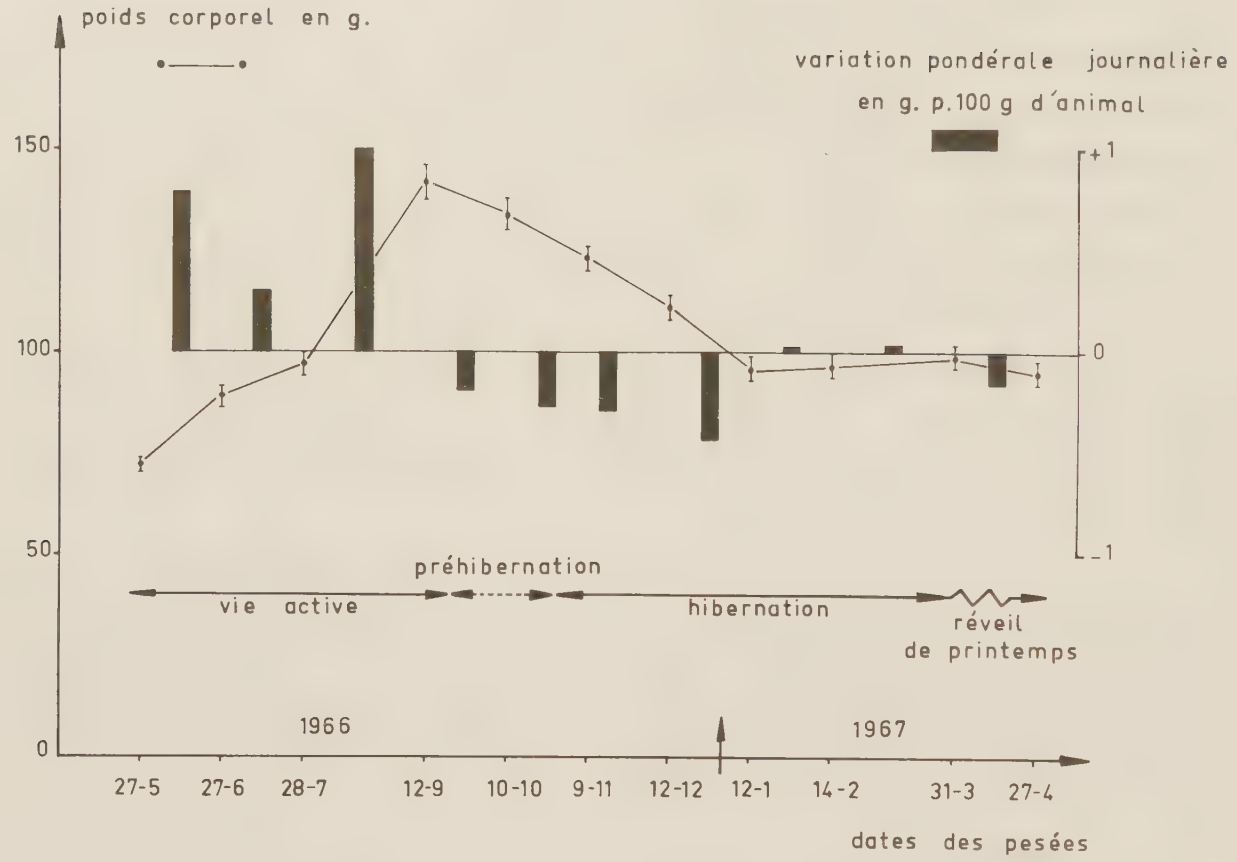


Figure n°9- Evolution du poids corporel chez 21 lérots alimentés, soumis aux variations du milieu extérieur pendant la période comprise entre Mai 1966 et Avril 1967 Chaque point de la courbe représente le poids moyen affecté de l'erreur standard à la moyenne. Les variations pondérales journalières moyennes sont représentées par les rectangles sombres. Noter un gain de poids moins important en Juillet par rapport aux autres périodes de la vie active. Remarquer dès le début de la préhibernation une diminution du poids corporel.

Pendant la vie active l'augmentation du poids corporel présente certaines particularités. En effet, on note une diminution du gain de poids pendant la période s'étendant du mois de Juin au mois de Juillet par rapport au mois précédent. L'engraissement maximum a lieu au mois d'Août. Cette augmentation du poids corporel précédant la période de préhibernation est surtout due à une accumulation de réserves lipidiques (SUOMALAINEN, 1935 ; EISENTRAUT, 1956 ; KAYSER, 1961). Pendant

l'hibernation, c'est-à-dire du 9.11 au 31.3 , la perte procentuelle présentée par des lérots ayant de la nourriture à leur disposition est de l'ordre de 0,15 g % par jour. Si l'on suit la perte de poids corporelle pendant la léthargie hivernale, on constate qu'elle passe par un maximum en Janvier.

Pendant les mois de Février et Mars, un radoucissement très net de la température cette année là (1967), a entraîné des reprises d'activité et de l'alimentation plus fréquentes. On note en effet chez les lérots de faibles variations dans le poids corporel de tous les individus. Par contre, en Avril, les gelées matinales furent nombreuses, et les animaux ont eu tendance à rester plus longtemps en hypothermie, ce qui a entraîné une perte de poids journalière de l'ordre de 0,15 g p. cent g. d'animal. Après le réveil de printemps, nous avons enregistré dans nos élevages une intense activité et une reprise très importante de l'alimentation. Le gain de poids corporel journalier pendant le mois de Juin étant de l'ordre de 0,8g%, passe par un maximum (1g%) au mois d'Août. Il est intéressant de constater qu'au cours du mois de Juillet le gain de poids journalier est nettement plus faible puisqu'il s'abaisse à 0,3g%. En fait, à la même époque, les documents actographiques mettent en évidence une nouvelle diminution de l'activité des animaux, faisant suite à l'activité intense qui se manifeste après le réveil vernal. Comme le gain de poids diminue, il est clair que la prise alimentaire est nécessairement diminuée, de sorte que nous devons envisager pendant cette période, qui correspond à l'estivation, une perte probable de l'appétit.

Déjà en préhibernation (fig. n°9) on note que la perte de poids et de l'appétit précède la torpeur hibernale. Le rôle de l'appétit dans l'apparition de la torpeur hypothermique paraît important et nous verrons plus loin que des expériences particulières nous permettent de préciser davantage ce point.

B - Influence de divers facteurs sur la perte de poids pendant l'hibernation

Dans notre élevage, la survie des lérots pendant l'hiver dépendait de l'état d'engraissement de ces animaux au début de la préhibernation d'une part et de la vitesse d'utilisation de leurs réserves lipidiques d'autre part. Nous avons recherché l'influence de certains facteurs expérimentaux ou non, susceptibles de faire varier la perte de poids pendant l'hibernation. Les résultats obtenus sont expo-

sés dans ce paragraphe.

1 - Température ambiante

Les animaux utilisés pour cette expérience ont été capturés en automne 1966. Après un séjour d'un an dans l'animalerie ils furent placés sur actographe et privés de nourriture. Le 13 novembre 1967 nous disposions d'un lot à 6°C d'un autre lot à 15°C et d'un troisième soumis aux variations du milieu extérieur. Pour ce troisième lot l'expérimentation fut reprise l'année suivante. Les données relatives aux différentes pesées se trouvent consignées dans le tableau n°2. Afin de perturber au minimum le sommeil hypothermique de l'animal, nous avons effectué trois pesées pendant les périodes respectives d'observations. La perte de poids la plus faible est constatée chez les lérots hibernant à 6°C. Dans le troisième lot, soumis aux variations naturelles du milieu extérieur, la perte de poids journalière très variable selon les animaux est en moyenne de 0,51 g %. Il est impossible dans ce lot d'animaux de connaître avec précision l'influence de la température ambiante. Seules les séries expérimentales le permettent. Une température ambiante élevée entraîne une diminution très importante des réserves, les pertes procentuelles moyennes à 6°C et à 15°C étant très significativement différentes ($P < 0,001$). Ces différences observées ne seraient-elles pas dues à des variations dans la fréquence et la durée des réveils à ces deux températures ?

2 - Durée des réveils

Pour répondre à la question précédente, nous avons déterminé la durée totale des périodes d'homéothermie présentées par les animaux au cours de la léthargie hibernale à 6°C et à 15°C, pendant la durée de l'expérience limitée ici à 100 jours. Les résultats sont les suivants :

- 67 minutes d'activité pour 24 heures d'hibernation à 6°C (8 lérots)
- 125 minutes d'activité pour 24 heures d'hibernation à 15°C (8 lérots)

Dans le premier lot maintenu à 6°C, on note un total de 88 réveils spontanés pour la période comprise entre le 24-XI-67 et le 14-II-68 (83 jours) contre un total de 210 réveils dans le cas du lot maintenu à 15°C.

La perte de poids est plus importante dans le lot présentant un grand

nombre de réveils. Ceci est en accord avec les observations de DUBOIS (1896) et KAYSER (1952) qui montrèrent que la perte de poids a lieu principalement au cours des réveils périodiques. Un argument supplémentaire en faveur de cette conception réside dans le fait que la durée d'activité est plus élevée dans la première partie de la léthargie hibernale et ceci se traduit par des pertes de poids procentuelles significativement différentes. C'est ce que montre clairement le tableau ci-dessous.

température d'hibernation	début d'hibernation du 24. XI au 3. I. (40 jours)		P	seconde partie de l'hibernation du 3. I au 14. II (43 jours)	
	durée * d'activité	perte de poids		perte de poids	durée d'activité
6 °C (8)	1 h 15	0,28 %	$<0,05$	0,22 %	1 h
15 °C (8)	2 h 15	0,59 %	$<0,01$	0,44 %	1 h 55

perte de poids par 24 heures exprimée en g p. 100 g d'animal, au début et dans la seconde partie de la période hibernale.

* durée d'activité exprimée en heures pour 24 heures d'observation
(.) nombre d'animaux

Conclusion - L'effet d'une température d'hibernation relativement élevée (15 °C) sur la vitesse d'utilisation des réserves lipidiques chez nos animaux peut s'expliquer par l'augmentation du nombre des réveils à cette température par rapport à 6 °C. En effet, ceci se traduit par des durées d'activité motrice hors du nid plus grandes, entraînant par conséquent une dépense énergétique globale accrue. Enfin, il est clair que la dépense énergétique des animaux hypothermiques à 15 °C est supérieure à celle des lérots endormis à 6 °C. Tous ces facteurs favorisent donc la chute pondérale enregistrée pendant l'hibernation à 15 °C. Sur le plan pratique, les chances de survie pendant la mauvaise saison du fait de l'absence de nourriture, résident dans une hibernation à une température assez basse de l'ordre de 6 °C.

3 - Relation entre le poids initial de l'animal au moment de l'entrée en hibernation et la perte de poids au cours de la léthargie

Nous avons rassemblé dans la figure n°10 les données concernant la va-

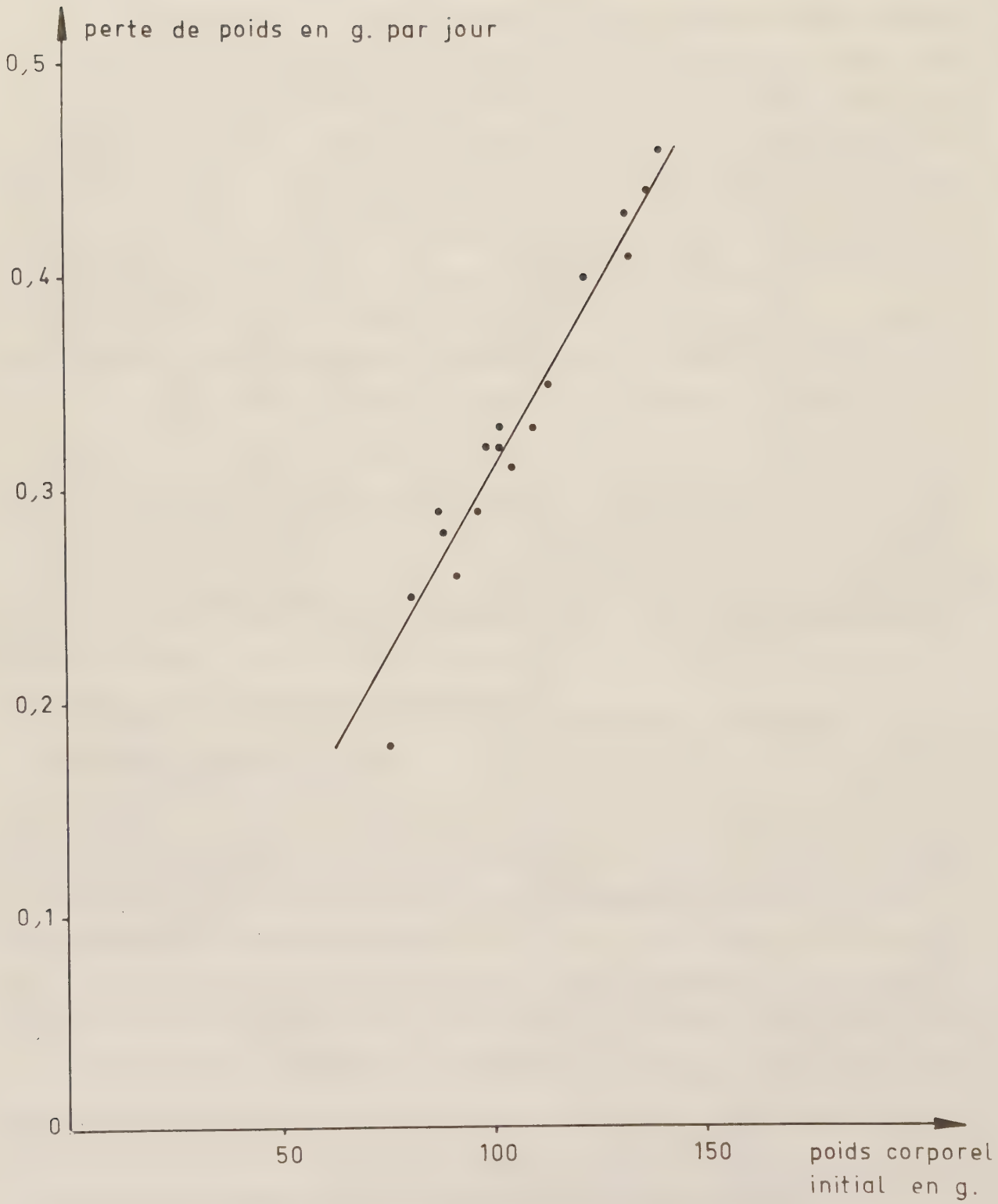


Figure n°10- Influence du poids initial sur la perte de poids corporel présentée par des lérots hibernant à 6°C du 15 Novembre au 15 Mars.

riation pondérale en fonction du poids initial pendant l'hibernation. Chez 18 lérots maintenus à 6°C, on observe une perte de poids corporel journalière d'autant plus importante que le poids initial du Lérot est élevé.

4 - Cas des lérots maintenus pendant une période de quatre ans à 6°C et à l'obscurité

Quatre lérots capturés en automne 1965 ont été placés sur actographe, à température constante (6°C) et à l'obscurité en février 1966. Nous avons pesé ces animaux de façon régulière à partir du mois de Septembre 1966 jusqu'au mois d'Octobre 1970. Pendant toute cette période, nous leur avons imposé un rythme alimentaire saisonnier calqué sur celui du lot d'animaux témoins soumis aux variations du milieu extérieur. Cela consistait à retirer la nourriture des lérots à 6°C dès l'apparition du sommeil hibernal dans le lot témoin. Lors du réveil de printemps qui marquait le retour à la vie active pour les animaux maintenus à l'extérieur, nous réalimentions les lérots exposés à 6°C. Dans ces conditions, les animaux ont présenté des phases d'hypothermie pendant toute l'année entrecoupées de périodes d'activité plus importante quand ils avaient de la nourriture à leur disposition. Pendant l'hiver, lorsque les animaux étaient soumis au jeûne, les durées de léthargie hypothermique étaient plus longues (fig. n°11). A cette même époque, les quatre lérots ont présenté des variations pondérales tout à fait semblables à celles des animaux témoins qui hibernaient à 6°C pour la première fois. En effet, les pertes procentuelles de poids sont du même ordre de grandeur. Dans le tableau ci-après sont consignés les résultats relatifs à ces observations.

Si l'on représente l'évolution du poids corporel pendant ces trois années d'observations (fig. n°11) on constate que pendant la préhibernation il y a une diminution du poids corporel bien que les animaux aient de la nourriture à leur disposition. Ce phénomène s'est reproduit systématiquement à l'occasion de chaque période préhibernale et rappelle les observations faites sur les animaux maintenus à une température variable.

De plus si l'on compare à la même époque les enregistrements actographiques on constate une diminution de l'activité des animaux.

A partir du mois de Mars 1969 nous avons laissé en permanence de la

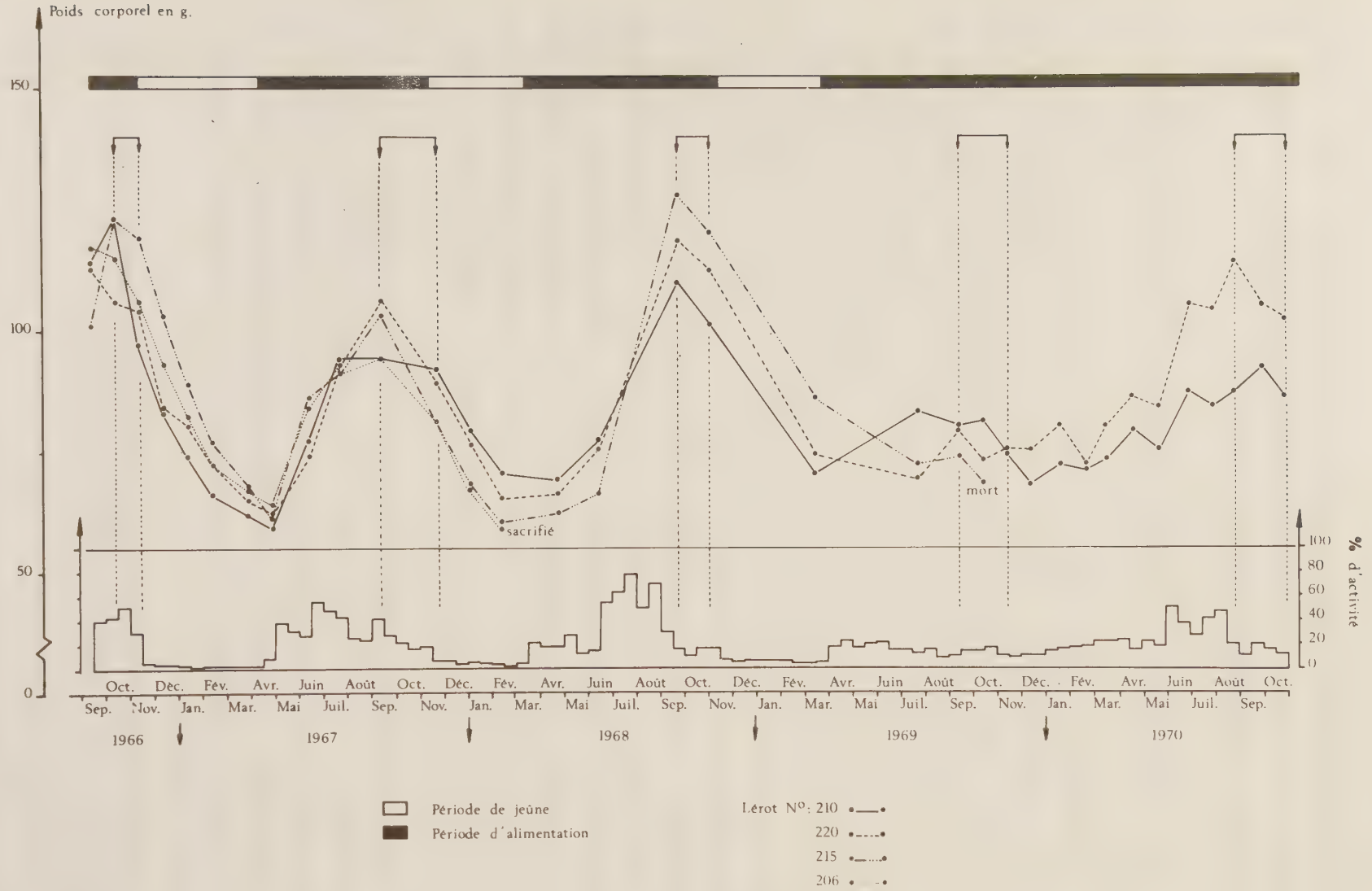


Figure n°11- Evolution de l'activité et du poids corporel, pendant une période de quatre ans, à 6°C et à l'obscurité, chez quatre lérots.

N°s Lérots	Perte de poids par jour		
	hibernation 66-67	hibernation 67-68	hibernation 68-69
210	0,25 %	0,29 %	0,25 %
215	0,30 %	0,32 %	0,23 %
220	0,27 %	0,33 %	0,27,6 %
206	0,26 %	0,33 %	-

Perte de poids au cours de trois périodes hibernales successives chez quatre lérots à jeun à 6°C

nourriture à la disposition des trois lérots maintenus à 6°C sur actographe. On note qu'en Août et Septembre il n'y a pas eu de reprise de poids comme les années précédentes sans que nous en connaissions la raison, et un animal est mort à cette époque (n° 215). L'observation des deux lérots restant pendant la phase hibernale met en évidence d'une part une perte de poids moins importante et d'autre part une augmentation de l'activité actographique (fig. n°11) par rapport aux années précédentes. On retrouve en automne 1970 les mêmes phénomènes déjà décrits de 1966 à 1969.

Dans une autre série expérimentale nous avons suivi deux lots de lérots ayant de la nourriture à leur disposition: 5 lérots dans le premier cas maintenus dans une ambiance variable (température et photopériode naturelles) et 5 lérots à 6°C et à l'obscurité. Nous faisons figurer sur la figure n°12 les variations pondérales et d'activité motrice. On constate une évolution cyclique des deux paramètres étudiés. Seuls un léger décalage et des amplitudes moins importantes dans les variations sont à noter à 6°C. Ces expériences prouvent tout d'abord qu'un certain rythme interne est maintenu à l'obscurité et à 6°C. De plus, le Lérot peut supporter de très longues périodes de léthargie à condition de l'alimenter pendant les phases correspondantes de la vie active telles qu'on les enregistre chez les animaux témoins soumis aux variations du milieu extérieur. KAYSER (1961) a maintenu des lérots en léthargie durant 9 mois à 11°C, en les alimentant. Un point nous paraît devoir attirer l'attention dans nos expériences : il s'agit de l'observation de

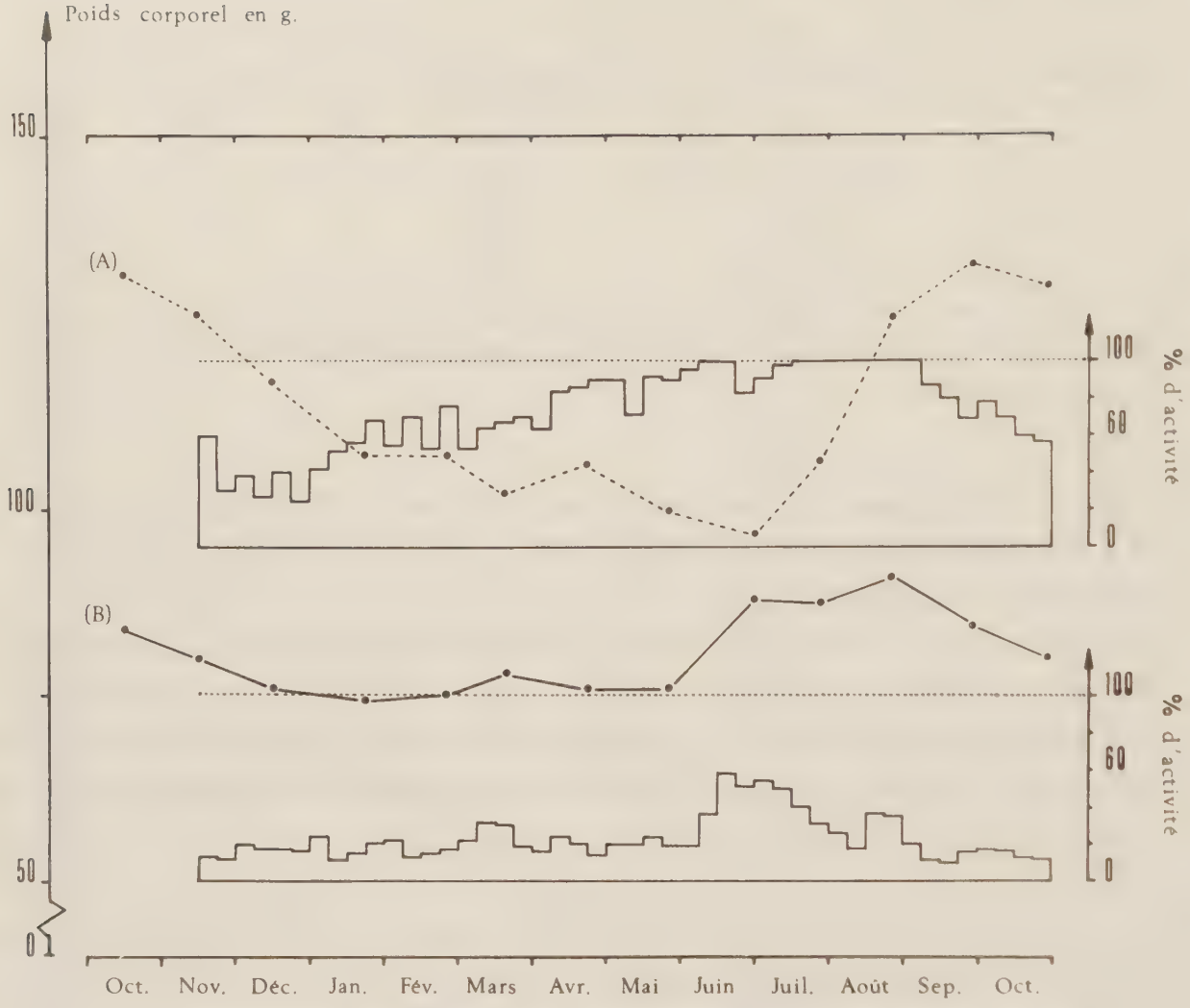


Figure n°12- Evolution du poids corporel et de l'activité au cours du cycle annuel chez des lérots maintenus dans des conditions ambiantes différentes.
Groupe A: (température et photopériode naturelles)
Groupe B: (température ambiante 6°C et à l'obscurité)

Dès Septembre on note dans les deux groupes une diminution du pourcentage d'activité.

la diminution de l'appétit entraînant un amaigrissement chez chaque animal dans les périodes qui précèdent l'engourdissement hypothermique (hibernation).

Le rôle de l'alimentation dans le problème de l'hypothermie ressort de l'expérience suivante. Nous avons suivi deux lots de 8 lérots chacun pendant 104 jours d'hibernation à 6°C. Les animaux constituant le premier lot étaient privés de nourriture. Nous avons observé d'une part l'activité actographique dans chacun des groupes et d'autre part l'évolution du poids corporel. Les résultats sont consignés dans le tableau n°3. Chez les lérots qui avaient de la nourriture à leur disposition on note une perte de poids journalière de l'ordre de 0,11 g % contre 0,26g % chez les animaux à jeun. De plus les périodes d'activité sont bien différentes dans les deux cas. On observe 66 minutes de réveil pour 24 heures d'hibernation chez les lérots privés de nourriture contre 4 heures et 20 minutes en moyenne dans le second cas. On voit clairement que les animaux librement alimentés hibernent moins et que la fréquence des réveils est plus grande.

En résumé, il ressort de ces résultats partiels relatifs aux variations pondérales que durant la période d'hibernation, le poids du Lérot diminue régulièrement jusqu'au réveil de printemps. Cette perte pondérale est subordonnée au nombre de réveils et aux durées des périodes d'éveil qui sont elles-mêmes sous la dépendance de la température ambiante. Ce dernier point est en accord avec les résultats obtenus par KRISTOFFERSSON et SOIVIO (1964 b) chez Erinaceus europaeus, TWENTE et TWENTE (1965) chez Citellus lateralis et par KRISTOFFERSSON et SOIVIO (1966) chez Mesocricetus auratus. De plus pour une température d'hibernation donnée la fréquence des réveils est aussi fonction des possibilités alimentaires. Nous verrons plus loin qu'il faut faire jouer un rôle déterminant à l'alimentation dans l'induction du sommeil hypothermique chez le Lérot. Enfin, la persistance du rythme saisonnier dans l'évolution du poids corporel ainsi que dans le phénomène de l'hibernation chez des animaux soumis à des conditions extérieures non modulées (température constante 6°C et à l'obscurité), le fait aussi que l'appétit diminue avant l'induction de l'hypothermie, illustre l'un des traits caractéristiques de l'hibernant pour qui la survie pendant la saison froide est liée à des modifications physiologiques et métaboliques qui précèdent la torpeur hypothermique.

III - DISCUSSION

ECOLOGIE DU LEROT EN CAPTIVITE ET ROLE DE LA TEMPERATURE AMBIANTE

Nos observations en général confirment la plupart de celles qui ressortent de la littérature. Toutefois les points suivants nous paraissent plus particuliers:

1) L'hibernation du Lérot présente à 6°C et à l'obscurité la même alternance de phases d'hypothermie et d'homéothermie que chez les animaux soumis aux conditions extérieures.

2) En pareil cas la température influence la fréquence des réveils et la durée de la phase d'hypothermie : en début et en fin d'hibernation, cette fréquence est plus élevée. L'enregistrement des températures montre que le nombre des réveils est plus bas pour les faibles températures d'hibernation.

Ces deux points sont en bon accord avec plusieurs observations de KAYSER, 1952 ; PENGELLEY et FISHER „ 1961 ; STRAUMWASSER et coll, 1964 ; GABE et coll, 1964 ; TWENTE et TWENTE, 1965a, 1965b.

3) Expérimentalement l'effet de la température a pu être précisé par la comparaison de lots d'animaux maintenus soit à 15°C soit à 6°C. On constate que la fréquence des réveils à 15°C est 2,4 fois plus élevée qu'à 6°C.

Cette relation entre la vitesse des réactions métaboliques et la fréquence des réveils suggère que le stimulus qui déclenche le réveil périodique, pourrait être dû à une accumulation ou à une diminution progressive de certains constituants dans l'organisme, dont la formation ou la disparition serait en rapport avec le métabolisme cellulaire. Cette hypothèse a été envisagée par certains auteurs favorables à l'intervention de facteurs endogènes dans la manifestation des réveils spontanés (PENGELLEY et FISHER, 1961 ; TWENTE et TWENTE, 1964 ; KRISTOFFERSSON et SOIVIO, 1964 b). Néanmoins, l'intervention de facteurs exogènes (température, lumière, etc) peut expliquer le déclenchement de certains réveils spontanés (FOLK 1957, 1960). Chez nos animaux l'importance de la lumière sur l'horaire des réveils n'est pas prouvée. En effet les phases d'activité spontanée chez les lérots maintenus soit dans des conditions de photopériode normale soit à l'obscurité pen-

dant l'hibernation ou même toute l'année, apparaissaient toujours pendant la seconde partie de la journée (en général après 17 h). Ces résultats confirment les données antérieures de LAPORTE (1965).

Ainsi dans le cas de nos expériences à température constante et à l'obscurité, il semble que ce sont des facteurs endogènes qui induisent le réveil. L'influence certaine de la température d'hibernation sur le rythme des réveils spontanés que nous mettons en évidence, est un argument en faveur de cette conception : il n'est pas douteux en effet qu'en hypothermie la vitesse des réactions métaboliques est étroitement fonction de la température corporelle.

Cycle annuel du poids corporel

La perte de poids pendant la léthargie hivernale caractérise toutes les espèces soumises au sommeil hypothermique ; KALABUKHOV (1960) et KAYSER (1961) en donnent plusieurs exemples. Nous avons résumé dans la figure n° 13 l'ensemble des résultats relatifs à la perte pondérale pendant la période complète d'hibernation (15 novembre au 31 mars) dans trois lots de lérots.

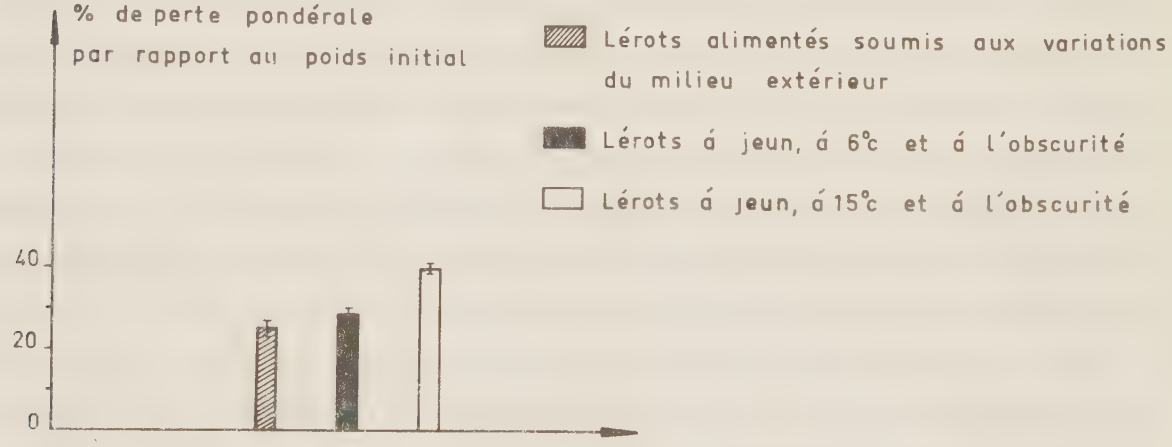


Figure n°13- Pertes de poids au cours de l'hibernation chez des lérots à jeun à 6°C ou à 15°C et chez des lérots nourris à la température extérieure.
Le nombre de lérots dans chacun des lots étaient respectivement de 14, 15 et 21.
Noter que la perte de poids dépend de la température ambiante et des possibilités alimentaires.

L'analyse de divers documents bibliographiques permet de noter que la perte pondérale pendant l'hibernation est caractéristique de chaque espèce d'hibernant. VALENTIN (1857), DUBOIS (1896), CAMUS et GLEY (1901), JOHNSON (1931), KAYSER (1952) en fournissent de nombreux exemples. Chez le hérisson privé de nourriture, à l'obscurité et à 4°C la perte de poids varie entre 29 % et 40 % (KRISTOFFERSSON et SUOMALAINEN, 1964) par contre chez le Hamster adulte (Cricetus cricetus) en hiver elle est de 30 % environ (SAINT GIRONS et coll, 1968). Pour le Lérot nos résultats sont en bon accord avec ceux de LACHIVER et BOU - LOUARD (1965).

Cas des animaux maintenus à 6°C pendant quatre ans

Le maintien à basse température et à l'obscurité pendant des périodes aussi longues n'a guère été décrit, sauf par PEN GELLEY et ASMUNDSON (1969) qui ont maintenu pendant quatre ans des spermophiles (Citellus latéralis) nourris à 3°C et à 12°C avec une photopériode artificielle de 12 heures. Ces auteurs ont montré que le rythme annuel interne des animaux est maintenu. Notre expérience qui s'est déroulée à 6°C et à l'obscurité met en évidence deux faits : d'une part le maintien d'un certain rythme saisonnier. En effet, la diminution du poids corporel que l'on note durant la période préhibernale (fig. n°12) chez les animaux de notre élevage nourris dans des conditions naturelles, se retrouve chez les lérots nourris également mais maintenus expérimentalement à 6°C et à l'obscurité. Malgré la présence de nourriture le poids corporel diminue nettement en préhibernation comme chez les animaux maintenus dans des conditions naturelles. Il nous paraît important de noter que même dans ces conditions expérimentales très particulières il persiste un rythme saisonnier de l'appétit.

Nous nous proposons de discuter maintenant le problème de l'estivation qui a attiré tout particulièrement notre attention.

L'estivation

Un phénomène que nous croyons important réside dans la mise en évidence d'une estivation authentique et naturelle au cours du cycle annuel du Lérot. A la division classique du cycle d'activité des hibernants en deux périodes : sommeil hibernal et activité vernale, s'oppose un cycle différent dans le cas du Lérot.

Le cycle saisonnier de cet animal comporte deux périodes d'activité séparées par deux périodes d'hypothermie se situant d'ailleurs à des niveaux thermiques différents (nous en tiendrons compte pour l'analyse des résultats biochimiques relatifs à ce travail).

L'état d'estivation que nous avons observé pendant plusieurs années est différent des états de torpeur avec hypothermie, décrits chez Citellus mohavensis par BARTHOLOMEW et HUDSON (1960), et attribués à la sécheresse et qui peuvent par ailleurs se poursuivre jusqu'au printemps suivant. Quant à l'estivation spontanée décrite précédemment elle est à distinguer de l'hypothermie induite par l'action conjuguée d'une température basse (6°C) et du jeûne chez le Lérot en été (LACHIVER et KAYSER, 1958). Par ailleurs, POPOVIC (1951) a décrit une hibernation précoce chez le Spermophile européen Citellus citellus, mais non suivie comme c'est le cas chez nos lérots, par une reprise d'activité dès le mois d'Août. Enfin nous ne pensons pas que les conditions d'élevage de nos animaux fussent défavorables en dehors du fait même de la captivité.

L'argument de la captivité et des conditions qui l'accompagnent ne manque pas de valeur, mais il est opposable alors à presque toutes les recherches sur les animaux sauvages. De toutes façons, il est singulier que des conditions à peine défavorables puissent induire un état d'hypothermie et ceci montre bien la faiblesse de la régulation thermique chez cet animal.

L'explication d'un tel phénomène nous est inconnue pour l'instant. On ne peut manquer pourtant d'être frappé par certaines observations. Ainsi chez des animaux de notre élevage soumis aux variations habituelles du milieu environnant, nous avons induit dans tous les cas la léthargie estivale simplement en les privant de nourriture et sans les soumettre au froid. L'expérience citée précédemment (rôle du jeûne) nous a permis de préciser certains faits. Après 48 heures de jeûne imposé tous les lérots ont présenté des phases de sommeil hypothermique pouvant dépasser 24 heures pour des températures ambiantes oscillant entre 10°C et 25°C. Par contre, chez les animaux nourris, les cas d'hypothermie matinale étaient moins nombreux et leur durée n'excédait pas 6 heures. L'expérience s'est poursuivie et nous avons enregistré pour une période de huit jours : 42 heures d'hypother-

mie en moyenne chez les lérots privés de nourriture contre 16 heures d'hypothermie spontanée chez les animaux ayant à leur disposition de la nourriture.

Le jeûne favorise donc l'apparition des phases d'hypothermie estivale et leur durée. Cet effet a été des plus net en Mai, Juin et Juillet suivant les années. Il va sans dire que tous les animaux utilisés dans ces expériences avaient présenté fin Avril une intense activité. L'analyse des cas individuels permet aussi de mettre en évidence un effet de la température ambiante puisque les durées de sommeil les plus longues dans les deux lots coïncident avec des baisses importantes de la température extérieure de l'ordre de 10°C entre le jour et la nuit. La température du milieu environnant est donc aussi un facteur déterminant du rythme d'activité du Lérot.

En définitive, l'état alimentaire et la température ambiante sont deux facteurs certains qui favorisent l'induction de la torpeur. Mais il est important de noter que la suppression de l'alimentation est suffisante, comme le prouvent l'existence d'hypothermie, à une température aussi élevée que 28°C rencontrée au mois de Juillet, et également nos expériences effectuées à des températures relativement élevées. Le rôle de la prise alimentaire est en pareil cas déterminant. Si l'on considère l'évolution du gain de poids journalier du Lérot pendant la période d'activité (fig. n°9) on constate que la valeur minimale se rencontre au mois de Juillet avec un décalage plus ou moins important selon les années. Il y aurait pendant la période de l'année où se manifeste habituellement l'estivation, un conditionnement interne de l'animal qui se traduirait sur le plan nutritionnel par une perte relative de l'appétit qu'il est impossible de ne pas rapprocher de la perte de l'appétit qui caractérise la préhibernation. Or, l'effet du jeûne que nous venons de décrire suggère que la suppression de l'alimentation peut entraîner des troubles de la thermorégulation qu'elle soit expérimentale ou spontanée. D'autre part à ce stade du cycle annuel du Lérot, GABE et coll, 1964, ont mis en évidence un état endocrinien bien défini. Il y a une mise au repos relative des glandes endocrines rappelant, à l'intensité près, les modifications caractéristiques de la préhibernation. Dans notre laboratoire LAPORTE (1965) décrit un certain degré de mise au repos de la thyroïde au moment de l'estivation.

En définitive, il semble exister chez le Lérot des modifications physio-

logiques et endocrines dès le mois de Juin, rappelant celles de la préhibernation et qui vraisemblablement facilitent l'entrée en hypothermie. Dans ces conditions, tant le jeûne que la baisse de la température extérieure induisent facilement la torpeur.

chapitre II

EVOLUTION DE QUELQUES PARAMETRES BIOCHIMIQUES AU COURS DU CYCLE ANNUEL D'ACTIVITE DU LEROT

I - RESULTATS

A - Préhibernation

B - Hibernation

C - Réveil vernal

D - Vie active

E - Le semi-repos estival : les phases d'hypothermie spontanée

F - Conclusion

II - DISCUSSION

A - Variations saisonnières des glucides tissulaires

B - Variations saisonnières des lipides tissulaires

I - RESULTATS

Il est bien connu qu'au cours du cycle annuel chez l'hibernant, on assiste à des modifications profondes des taux de divers constituants dans les tissus. On a ainsi distingué l'état des animaux pendant la vie active et pendant l'hibernation. D'autre part nous avons porté une attention particulière aux changements qui interviennent lors des réchauffements périodiques. Dans les deux cas toutes les variations sont nettement influencées par la température et l'état nutritionnel ou hormonal des animaux. Nous nous sommes efforcés d'examiner ces divers points mais, dans un souci de clarté, nous avons groupé dans ce chapitre les faits qui étaient relatifs à l'évolution saisonnière. Sur des lots d'animaux hibernant à 6°C et suivis régulièrement en fonction des divers mois de l'année nous avons effectué les déterminations analytiques portant sur le glycogène du foie, du muscle squelettique et du coeur, la glycémie et les acides lactique et pyruvique plasmatiques. L'étude des constituants lipidiques a été effectuée sur les tissus suivants :

plasma, foie, coeur, tissu adipeux brun, tissu adipeux blanc.

Selon les tissus, nous avons dosé en général les acides gras totaux, les acides gras libres, le cholestérol total, le phosphore lipidique et parfois les esters de cholestérol et le cholestérol libre.

De plus, dans un assez grand nombre de cas, nous avons étudié la ré - partition des divers acides gras présents dans les tissus. Ceci nous a conduit à préciser davantage, dans le cas du plasma, du foie et du coeur, cette répartition des acides gras qui a été étudiée non sur les extraits lipidiques totaux mais sur les diverses fractions lipidiques tissulaires, préalablement séparées (triglycérides, phospholipides et esters de cholestérol).

Enfin, rappelons qu'un examen histologique approfondi des glandes endocrines d'un grand nombre de ces animaux (51) a été réalisé en même temps de manière à permettre une étude des corrélations entre l'activité endocrine et les données biochimiques (GABE et coll, 1964 ; AGID et coll, 1967).

Cette étude des modifications saisonnières a nécessité de nombreux lots de lérots se répartissant ainsi : glucides plasmatiques et hépatiques (220 animaux),

lipides du plasma (214), du foie (133), du coeur (140), de la graisse brune (70), du tissu adipeux blanc (12). L'ensemble des données analytiques se trouve consigné dans les tableaux situés à la fin de cet ouvrage.

Nous y avons joint les renseignements les plus utiles concernant chaque cas individuel, c'est-à-dire la température ambiante, la température rectale, la valeur du rapport poids du foie/poids du corps et enfin, lorsque nous en avions connaissance, la durée de sommeil précédent le sacrifice de l'animal ou bien la durée de la période d'activité. Nous diviserons arbitrairement le cycle annuel en quatre périodes, d'ailleurs inégales, pour mieux saisir les différences liées aux états physiologiques saisonniers et nous présenterons tout d'abord les résultats relatifs à la préhibernation.

A - Préhibernation

En Septembre et en Octobre, les animaux présentent déjà de courtes phases d'hypothermie précédant le sommeil hibernal qui s'instaurera définitivement le mois suivant.

1 - Plasma

Dans le plasma, on note des valeurs très différentes du taux de glucose suivant l'état physiologique de l'animal. Chez les lérots actifs, la glycémie est en moyenne de 146 mg p.100 ml contre 46 chez les animaux sacrifiés en période de sommeil à 15°C, température moyenne de l'animalerie à cette époque (tableau n°4).

A la même période l'examen des valeurs des acides gras totaux du plasma met en évidence un taux moyen extrêmement élevé (800 mg p.100 ml) et une marge de variation considérable, puisque les valeurs extrêmes oscillent entre 450 mg % et 1350 mg %, valeurs il est vrai exceptionnelles (tableau n°10). Il n'y a pas de différence significative entre les lipémies déterminées chez les animaux actifs ou hypothermiques. Les taux plasmatiques du cholestérol total et du phosphore lipidique sont en moyenne respectivement 320 mg % et de 26 mg %. Cette dernière valeur nettement plus élevée que chez le Rat ou le Lapin, met en évidence la participation particulièrement importante des phospholipides dans la lipémie chez le Lérot. Dans les semaines qui précèdent la période hibernale le taux moyen des acides

gras libres plasmatiques est de 26 mg %, valeur nettement plus élevée que celle que l'on rencontre chez l'animal pendant la phase de vie active, et qui n'est que de 14 mg % (fig. n° 14).

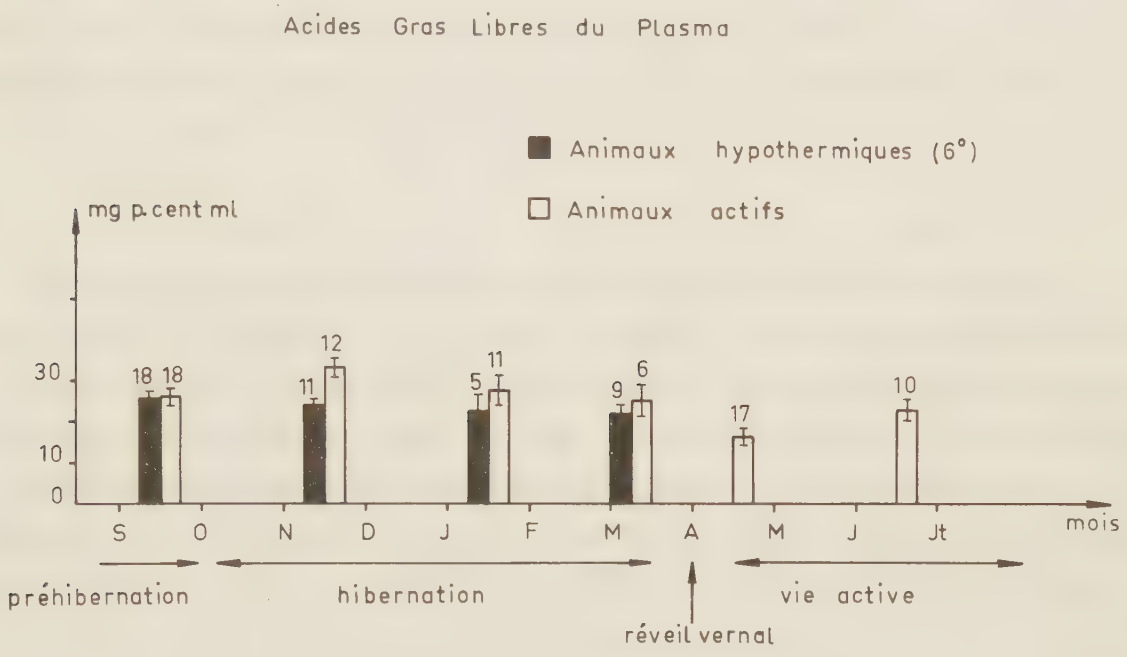


Figure n° 14- Evolution du taux des acides gras libres plasmatiques chez le Lérot, au cours du cycle annuel.
Pendant l'hibernation les valeurs sont plus élevées chez les animaux homéothermiques.
Noter les taux significativement plus bas enregistrés au début de la vie active.

2 - Foie

Dans le foie des lérots actifs et qui s'alimentent de façon variable, le glycogène hépatique est voisin de 3 g p. 100 g de tissu frais alors qu'il n'est que de 1,4 g %, chez les animaux sacrifiés en période de sommeil à 15°C. La valeur moyenne des acides gras totaux hépatiques trouvée chez les lérots alimentés est relativement basse, soit 3,8 g %. Pourtant il arrive assez fréquemment que certains animaux présentent des foies au contraire très riches en acides gras totaux

(8 à 10 g %). Ce résultat est à priori déconcertant mais nous verrons plus loin que ces différences sont d'ordre nutritionnel et que l'enrichissement du foie en glycérides est lié sans la moindre ambiguïté à la cessation de l'alimentation soit spontanée soit imposée. En ce qui concerne le phosphore lipidique, ce composé est relativement constant, soit 159 mg p. 100 g de tissu frais chez les lérots alimentés contre 145 chez les animaux à jeun et hypothermiques (tableau n° 21). Par contre, les valeurs du cholestérol total sont élevées et présentent des marges de variation très importantes. Ce point sera examiné plus loin en détails.

3 - Coeur

L'examen des valeurs relatives aux constituants lipidiques du muscle cardiaque met en évidence, une constance relative de ces composés. Le taux des acides gras totaux dans le coeur du Lérot actif et nourri est de 2, 3 g % contre 2, 9 g % chez les animaux privés de nourriture et hypothermiques. Nous verrons plus loin que cette différence devient très significative dans le cas de lots expérimentaux. On notera tout comme dans le foie, la constance relative du taux du phosphore lipidique, les valeurs de ce composé étant comprises entre 107 mg et 133 mg p. 100 g de tissu frais. Enfin, les taux du cholestérol total dans le muscle cardiaque s'établissent entre 95 mg p. 100 g et 185 pendant la période de préhibernation (tableau n° 27).

4 - Tissu adipeux brun

Au niveau du tissu adipeux brun, l'analyse des trois constituants lipidiques chez 4 lérots sacrifiés au début de l'automne, fournit les résultats suivants : 19, 8 g p. 100 g de tissu frais pour les acides gras totaux, 172 mg p. 100 g pour le cholestérol total et une valeur très élevée, soit 203 mg p. 100 g pour le phosphore lipidique. L'importance des phospholipides dans la graisse brune peut s'expliquer par la richesse en mitochondries dans ce tissu signalée par NAPOLITANO et FAWCETT (1958).

5 - Glandes endocrines

Du point de vue histologique le caractère essentiel de la période de préhibernation est l'involution progressive de l'adénohypophyse. Les gonades sont in-

voluées et la thyroïde présente l'aspect d'une glande au repos. La teneur en lipides figurés du cortex surrénal augmente considérablement, tandis que toutes les cellules médullo-surrénales en préhibernation contiennent une grande quantité de granulations phéochromes (GABE et coll. 1964), tous ces signes ayant le caractère d'une mise au repos de la glande surrénale. Des caractères analogues permettent d'affirmer également que les diverses catégories cellulaires du pancréas endocrine sont à l'état de repos.

B - Hibernation

Pendant la période s'étendant de Novembre à Mars, les animaux privés de nourriture à l'exception de certains lots, ont hiberné à deux températures ambiantes distinctes : 6°C et 15°C. Dans le chapitre précédent, il a été signalé que les durées de sommeil hypothermiques ininterrompues sont fonction de la température d'hibernation, soit 8 à 15 jours à 6°C contre 3 à 6 jours à 15°C en moyenne. Pour faciliter la présentation des résultats nous nous attacherons dans ce chapitre au seul cas des lérots ayant passé l'hiver à 6°. Dans ce lot, certains disposaient de nourriture, et nous avons vérifié que lors des réveils périodiques spontanés ces lérots s'alimentaient généralement très peu. C'est la raison pour laquelle la nourriture a été systématiquement supprimée dès que l'hibernation s'était instaurée, sauf les exceptions signalées pour divers lots expérimentaux.

1 - Plasma

Dans le plasma des animaux hypothermiques les taux des acides lactique et pyruvique se maintiennent à des niveaux très bas, même chez ceux ayant de la nourriture à leur disposition. La glycémie est également basse et en outre on observe des valeurs très variables. Les déterminations dans les divers lots sacrifiés, fournissent une valeur moyenne de 65 mg % au début et de 46 mg % à la fin de l'hibernation, mais des glycémies voisines de 20 mg % ou même inférieures sont fréquentes (tableaux n° 5 à 7), et là également, l'étude de l'endormissement et des réveils périodiques nous en fournira la raison.

Chez les animaux sacrifiés 6 heures après le réchauffement, les taux

de ces trois constituants atteignent des valeurs élevées : 90 mg % pour le glucose plasmatique, 82 mg % pour l'acide lactique et 2,15 mg % pour l'acide pyruvique.

Pendant le sommeil hibernal la lipémie étudiée sur cinq lots distincts, oscille en moyenne entre 665 mg % et 880 mg %, quelques valeurs atteignant 1000 mg % en début d'hibernation, la valeur moyenne minimale (665 mg %) étant atteinte dans la série de lérots sacrifiés au mois de Février (fig. n°15). Le phosphore lipidique suit assez fidèlement l'évolution des acides gras totaux. Pour le cholestérol total, les valeurs vont de 220 mg % à 650 mg %, mais malgré cette marge de variation importante, les taux moyens dans les divers lots sont compris entre 313 mg % et 440 mg % (tableaux n° 11 à 14). Ce composé est donc présent dans le plasma du Lérot à une concentration élevée si on la compare à celle du plasma de la plupart des mammifères et même des oiseaux dans des conditions physiologiques normales. En outre 16 déterminations des esters de cholestérol suggèrent fortement que ces derniers sont responsables des valeurs élevées du cholestérol total (tableau n° 20). En effet, pour des valeurs du cholestérol total comprises entre 240 mg % et 430 mg % les taux d'esters de cholestérol varient entre 190 mg % et 330 mg % et les taux de cholestérol libre entre 50 mg % et 110 mg %. En résumé, nous pouvons donner la composition moyenne suivante en ce qui concerne les constituants lipidiques dosés dans le plasma.

Constituants lipidiques plasmatiques dans un lot de 16 lérots en hibernation

valeurs en mg p. cent ml de plasma				
Acides gras totaux	Cholestérol total	Cholestérol estérifié	Cholestérol libre	Phosphore lipidique
844 ± 34 *	347 ± 13	$264 \pm 9,5$	$83 \pm 3,3$	$27 \pm 1,2$
(16) **	(16)	(16)	(16)	(16)

* erreur standard à la moyenne
** nombre d'animaux

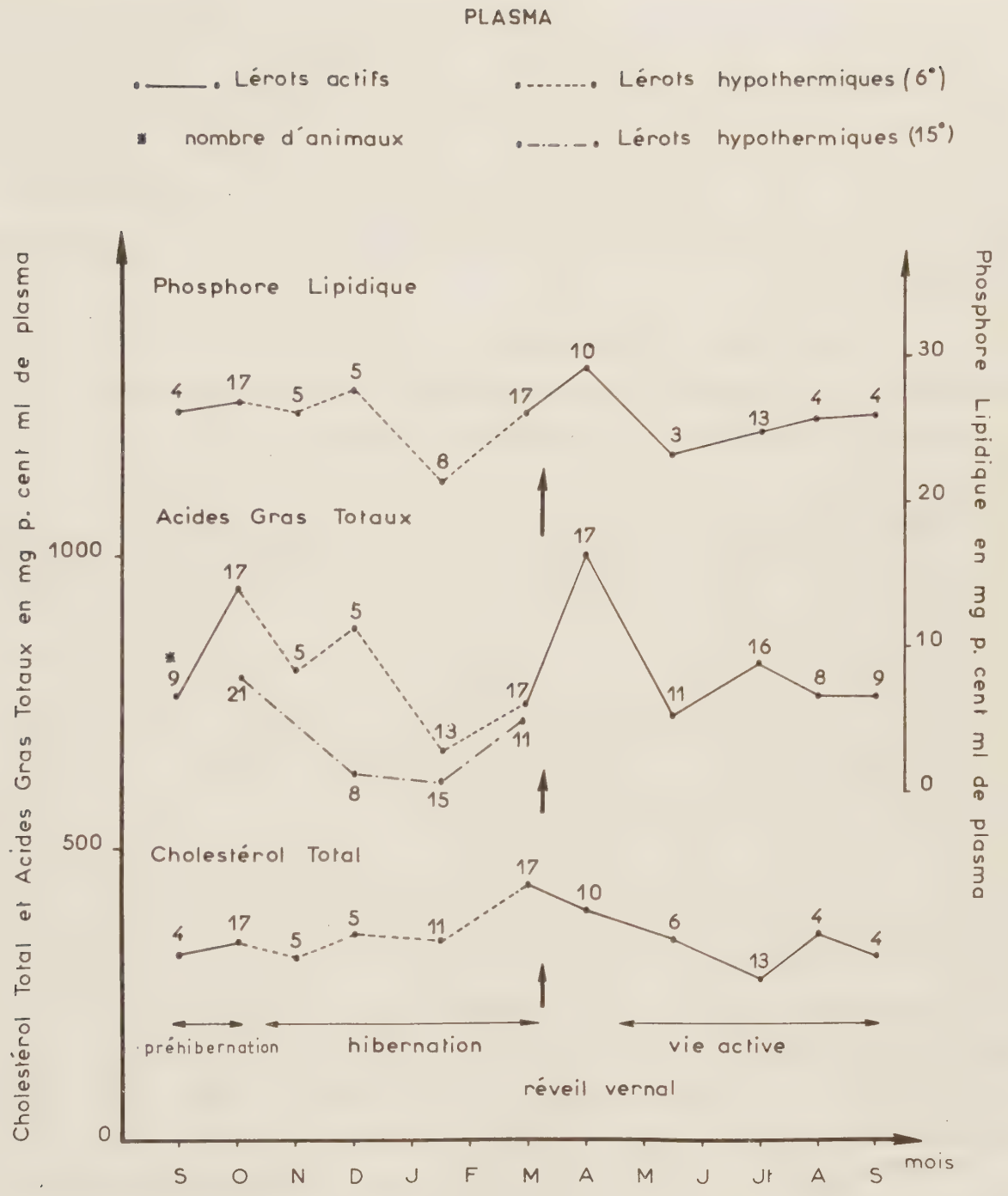


Figure n°15- Evolution de quelques constituants lipidiques dans le plasma au cours de l'année.
Noter la chute progressive des acides gras totaux au cours de l'hibernation, avec les niveaux plus bas chez les animaux hibernant à 15°C, enfin la vive hausse de la lipémie qui se manifeste à l'occasion du réveil vernal.

Pour les acides gras libres plasmatiques (tableau n° 17), leur taux est compris entre les valeurs extrêmes de 16 mg % et 33 mg % chez les animaux hypothermiques. Par contre, chez les lérots réveillés, la marge de variation est encore plus grande, le taux le plus bas étant de 13 mg % et le plus élevé de 48 mg %. En début d'hibernation, le taux moyen des acides gras libres enregistré dans le plasma des animaux réveillés est significativement plus élevé que celui obtenu chez les lérots endormis.

L'analyse des acides gras totaux par chromatographie en phase gazeuse (tableaux n° 36 et 37) nous a permis de déterminer le pourcentage des acides gras contenus dans des extraits de lipides totaux plasmatiques.

Pourcentages des acides gras dans le plasma

Acides gras	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
début d'hibernation (4)	22,4	5,8	6,22	46,02	18,65	traces
fin d'hibernation (12)	22,08	3,34	8,26	47,46	15,89	$\simeq$ 3

(.) le nombre d'animaux est indiqué

Ce tableau montre que nous n'avons détecté que 6 acides à longue chaîne carbonée de 16 à 20 atomes de carbone, saturés ou insaturés à divers degrés. On note une nette prédominance des acides palmitique, oléique et linoléique. Les acides monoinsaturés constituent sensiblement la moitié des acides gras du plasma ce qui traduit la participation importante de l'acide oléique. Par ailleurs, il n'y a pas de différence dans les répartitions des acides gras entre le début et la fin de l'hibernation.

L'étude des acides gras de chaque fraction : triglycérides, phospholipides, esters de cholestérol (tableau n° 38) fournit la répartition suivante en décembre :

Acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
esters de cholestérol (8)	traces	10,16	7,56	1,25	48,21	32,77	-
phospholipides (8)	-	25,32	4,46	10,16	37,75	16,24	6,03
triglycérides (8)	traces	13,45	7,95	4,43	61,57	12,54	-

(.) le nombre d'animaux est indiqué

Dans la fraction des esters de cholestérol ce sont les acides oléique et linoléique qui prédominent puisqu'ils représentent 80 % des acides gras constituant cette fraction. Dans les phospholipides on note un fort pourcentage d'acides saturés (35 %) et la présence d'acide arachidonique. Enfin, dans la fraction des triglycérides l'acide oléique représente plus de 60 % de l'ensemble des acides gras.

2 - Foie

Le foie conserve, malgré l'extrême durée du jeûne, des réserves de glycogène appréciables. Les valeurs moyennes du glycogène hépatique assez variables oscillent entre 1370 mg et 2000 mg p. 100 g de foie sans qu'il y ait de différences significatives entre le début et la fin de l'hibernation (tableaux n° 5 à 7). Chez les animaux sacrifiés pendant les courtes périodes de réveil avec homéothermie, les taux de ce composé sont plus bas (800 mg p. 100 g frais, 6 heures après le réveil). Nous verrons qu'ils varient en fonction de la durée de la période d'activité qui succède à la phase de réveil.

Du mois de Novembre à la fin de la période hibernale, les valeurs moyennes des acides gras totaux du foie oscillent entre 7,5 g % et 10 g % (tableaux n° 22 et 23). On note donc une augmentation très significative par rapport aux valeurs trouvées en préhibernation (3,9 g %). Le phosphore lipidique dans le tissu hépatique est constant, les taux moyens étant compris entre 135 et 158 mg p. 100 g de foie. Par contre les valeurs moyennes du cholestérol total comprises entre 350 mg p.100 g et 560 mg p. 100 g sont élevées et présentent des marges de variation très importantes. Le dosage des esters de cholestérol dans 17 cas, montre que ces com-

posés peuvent varier dans des limites assez larges (de 117 mg p. 100 g à 430 mg p. 100 g) (tableau n° 26), le taux du cholestérol libre se maintient relativement constant par ailleurs (190 à 250 mg p. 100 g). Ces résultats indiquent clairement que les variations enregistrées dans les taux du cholestérol total hépatique sont imputables aux esters de cholestérol. Enfin, le taux des acides gras totaux dans le tissu hépatique de lérots sacrifiés pendant les courtes périodes de réveil qui émaillent le sommeil hibernal reste toujours aussi élevé que celui rencontré chez des animaux hypothermiques.

L'analyse des acides gras totaux hépatiques par chromatographie en phase gazeuse (tableau n° 40) permet de fournir la composition suivante pour le foie :

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
(13)	traces	14,67	5,43	4,67	59,46	12,45	3,25

Comme pour le plasma, nous retrouvons les mêmes acides, mais leur importance relative est différente. Il y a moins d'acide palmitique, par contre l'acide oléique domine nettement.

Les résultats relatifs aux acides gras constitutifs des trois fractions esters de cholestérol, phospholipides et triglycérides (tableaux n° 43 et 44) sont résumés ci-dessous

Acides gras			$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
esters de cholestérol	(10)	D	traces	12,1	5,56	2,73	72,09	7,41	0
	(13)	M	traces	10,97	4,68	2,11	74,7	7,17	0
phospholipides	(12)	D	0	22,14	2,6	14,12	36,26	17,13	7,63
	(16)	M	0	23,89	1,11	12,92	36,53	17,37	7,90
triglycérides	(5)	D	traces	11,68	8,48	1,24	63,37	14,32	0
	(13)	M	traces	10,84	3,82	traces	75,63	9,31	0

(.) le nombre d'animaux est indiqué
D = Décembre
M = Mars

Dans les deux fractions, esters de cholestérol et triglycérides, c'est l'acide oléique qui est le plus représentatif, allant jusqu'à constituer près de 75 % des acides gras. La composition de la fraction des phospholipides est tout à fait semblable à celle obtenue pour le plasma. On note par ailleurs, une légère augmentation du pourcentage de l'acide oléique en fin d'hibernation dans les triglycérides du foie.

3 - Coeur et muscle squelettique

Dans le coeur des animaux hibernant à 6°C les valeurs du glycogène sont de 636 mg p.100 g frais (7 cas) au début de l'hibernation et de 523 mg p.100 g (5 cas) avant le réveil de printemps. Signalons par ailleurs que ce composé garde des valeurs notables dans le muscle squelettique prélevé chez des lérots hypothermiques, sans présenter de variations significatives entre le début et la fin de l'hibernation (400 mg p.100 g contre 523). Les concentrations d'acide lactique dans les muscles cardiaque et squelettique, sont du même ordre de grandeur (85 mg p.100 dans le coeur et 91 mg p.100 dans le muscle de la patte antérieure).

L'examen des valeurs relatives aux acides gras totaux du muscle cardiaque met en évidence une constance relative de ces constituants, les concentrations moyennes étant de 2660 mg p.100 g frais et 2870 mg p.100 en Novembre et Décembre et respectivement de 3250 mg et 3225 mg p.100 g en Février et Mars (fig. n°16). On notera que les valeurs du phosphore lipidique sont voisines de celles du foie quoique inférieures d'environ 10 à 15 % (tableaux n° 28 et 29).

Si le phosphore lipidique est relativement constant dans le tissu cardiaque, il n'en est pas de même pour le cholestérol total dont les valeurs extrêmes sont de 110 mg p.100 g et de 185 mg p.100 g,de telles valeurs étant il est vrai exceptionnelles. Dans tous les cas, les taux du cholestérol total dans le coeur sont inférieurs à ceux obtenus dans le foie ou le plasma. Chez 8 lérots sacrifiés pendant la période d'hibernation, on note un taux moyen d'esters de cholestérol de l'ordre de 25 mg %, la valeur du cholestérol libre étant de 145 mg % (tableau n° 32). Chez les mêmes animaux, les rapports cholestérol libre/phosphore lipidique dans le foie et dans le muscle cardiaque sont respectivement de 1,50 et de 1,12.

L'analyse chromatographique en phase gazeuse des acides gras totaux

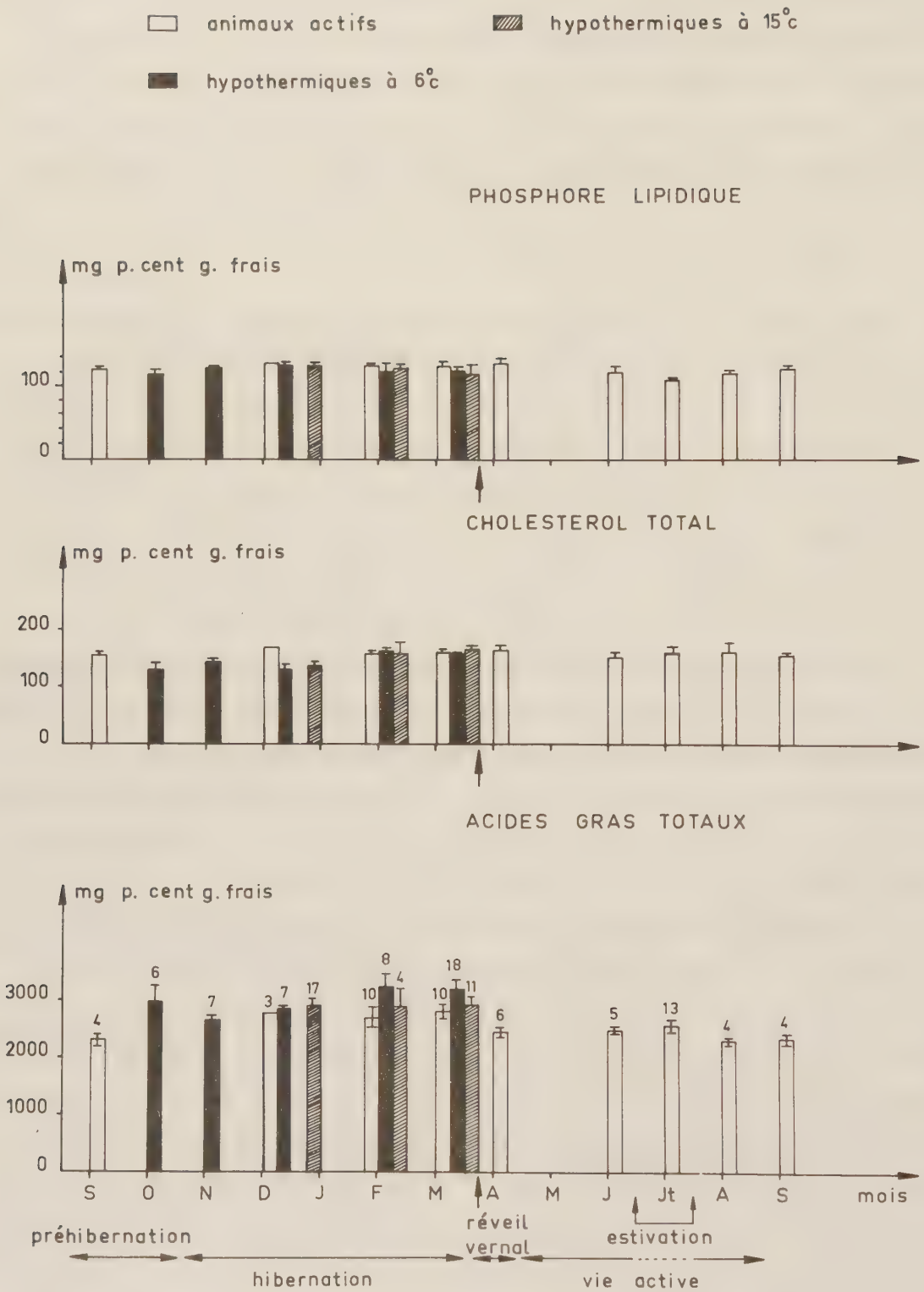


Figure n°16- Evolution du taux de quelques constituants lipidiques dans le muscle cardiaque du Lérot au cours du cycle annuel.
Le réveil vernal et la reprise de l'alimentation amènent une diminution significative du taux des glycérides du tissu cardiaque.

(tableaux n° 45 et 46) contenus dans les extraits lipidiques du muscle cardiaque donne les pourcentages moyens suivants :

acides gras du coeur	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
décembre (8)	traces	14,27	2,54	15,24	32,97	26,30	8,65
mars (11)	traces	12,80	3,03	14,59	42,38	20,32	6,83

On note des pourcentages plus importants dans le coeur que dans le foie pour les acides stéarique, linoléique et arachidonique.

Les chromatogrammes de la fraction renfermant les triglycérides sont semblables à ceux obtenus pour le foie dans les mêmes conditions. Par contre,dans le cas des esters de cholestérol du coeur il y a beaucoup moins d'acide oléique, 50 % contre 72 % pour le foie. Dans la fraction contenant les phospholipides, les acide stéarique, oléique et linoléique prédominent.

acides gras		$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
esters de cholestérol	(6)	D traces	19,66	10,35	6,18	50,86	12,90	0
	(7)	M traces	26,84	6,66	15,04	35,11	15,40	0
phospholipides	(8)	D 0	18,62	2,17	22,92	31,55	20,78	3,90
	(10)	M 0	16,70	1,37	24,13	27,34	23,64	6,75
triglycérides	(8)	D traces	12,42	6,82	5,37	63,94	11,38	0
	(9)	M traces	8,50	5,21	2,37	73,02	10	0

(.) le nombre d'animaux est indiqué
D = Décembre
M = Mars

Si l'on compare les chromatogrammes des acides gras contenus dans les extraits lipidiques totaux du coeur en Décembre et en Mars, on note une augmentation significative ($P < 0,01$) de l'acide oléique en fin d'hibernation. Cette modification se traduit au niveau des fractions lipidiques par des variations dans les pour-

centages des acides gras constitutifs (tableaux n° 47 et 48). Ainsi dans les esters de cholestérol, il apparaît un fort pourcentage d'acides gras saturés avant le réveil de printemps ($P < 0,02$) tandis qu'au niveau des triglycérides, c'est l'inverse qui se produit ($P < 0,01$). Par ailleurs, la composition de la fraction contenant les phospholipides reste constante pendant toute la période de l'hibernation. Nous rappellerons que toutes ces modifications ont lieu bien que les animaux soient privés de nourriture.

4 - Tissu adipeux brun et blanc

A ce stade du cycle, on note une augmentation du taux des acides gras totaux dans la graisse brune du Lérot : la valeur moyenne est de 19,8 p.100 g frais en automne contre 29,5 g % en début d'hibernation. Chez les animaux hypothermiques à 6°C avant le réveil vernal le taux moyen des acides gras totaux dans ce tissu est de 24 g % (fig. n°17). Ces différences entre les taux d'acides gras totaux dans le tissu brun adipeux sont très significatives ($P < 0,01$). Les dosages relatifs au phosphore lipidique mettent en évidence des taux élevés de ce composé, qui ne présente pas de variations notables pendant l'hiver. En ce qui concerne le cholestérol total on enregistre des valeurs comprises entre 180 et 335 mg p.100 g, la valeur moyenne se stabilisant à 245 mg p.100 g chez les animaux hypothermiques à 6°C (tableaux n° 33 et 34)

En ce qui concerne la répartition des divers acides gras du tissu adipeux brun en hibernation, nous retrouvons les principaux acides déjà isolés dans les autres tissus à l'exception de l'acide arachidonique (tableaux n° 49 et 50).

Pourcentage des acides gras du tissu adipeux brun pendant l'hibernation

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$
début d'hibernation (6)	traces	7,51	5,86	6,37	67,29	12,10
fin d'hibernation (14)	traces	7,04	4,20	5,03	71,98	11,75

(.) le nombre d'animaux est indiqué

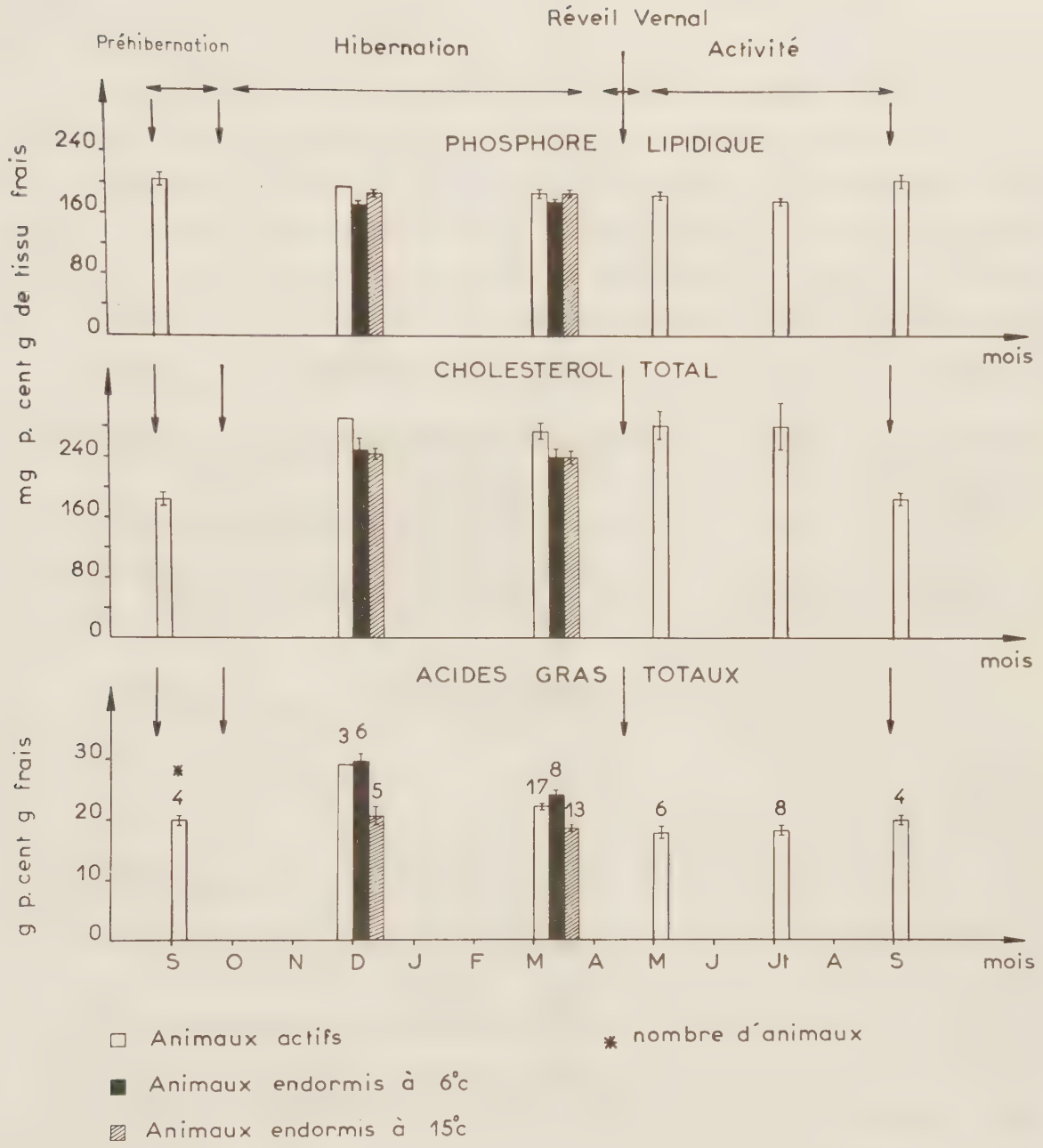


Figure n°17- Evolution du taux de quelques constituants lipidiques dans la Graisse Brune du Lérot au cours du cycle annuel.
Le réveil vernal et la reprise de l'alimentation amènent paradoxalement une diminution significative de la teneur en glycérides de la Graisse Brune. Noter également que ces teneurs sont plus basses à 15°C qu'à 6°C.

On remarque l'énorme prédominance des acides insaturés et en particulier le pourcentage élevé de l'acide oléique. Cependant nous n'observons pas de différence dans la composition de ce tissu au début et en fin d'hibernation.

Si à la même époque nous analysons la composition du tissu adipeux blanc (graisse périrénale) il s'avère que ce dernier est plus riche en acides gras totaux (55 g p. 100 g frais). Nous retrouvons les mêmes acides gras que dans "la graisse brune" à l'exception de l'acide stéarique pratiquement inexistant dans les échantillons analysés. Les déterminations effectuées sur 6 animaux fournissent les résultats suivants :

Pourcentage des acides gras du tissu adipeux blanc pendant l'hibernation

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$
(6)	traces	8,41	4,79	traces	73,30	13,50

5 - Glandes endocrines

L'étude des modifications des glandes endocrines à ce stade du cycle annuel réalisée par GABE et coll. (1964) permet de préciser les points suivants : le début de l'hibernation est caractérisé par une mise au repos histologique très nette de l'adénohypophyse, de la glande thyroïde et des surrénales ainsi que par une forte accumulation des grains de sécrétions dans les deux catégories cellulaires du pancréas endocrine. Pendant la deuxième moitié de l'hibernation les cellules thyréotropes et, à un degré bien moindre, les cellules gonadotropes et somatotropes s'hypertrophient. La glande thyroïde manifeste une nette tendance à l'activation dès le mois de Janvier tandis que les lipides soudanophiles et biréfringents restent abondants dans le cortex surrénal durant le sommeil hibernal. Enfin au cours de l'hibernation survient une dégranulation progressive des cellules A du pancréas endocrine, ayant la signification d'un début d'activation des cellules sécrétant le glucagon (fig. n°18).

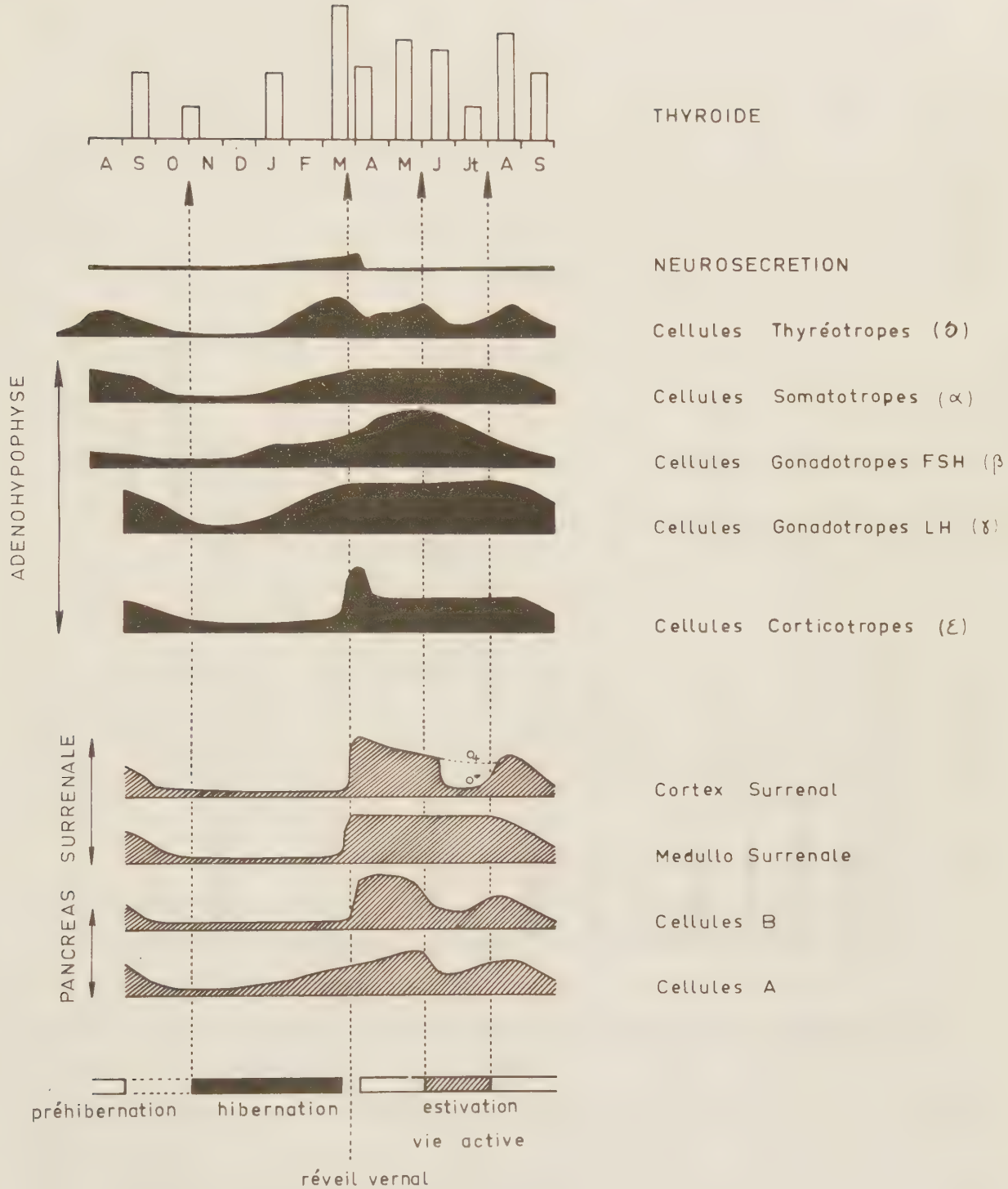


Figure n°18- Evolution de l'activité des glandes endocrines au cours du cycle annuel du Lérot.
Le degré d'activité de chaque type cellulaire est représenté arbitrairement en ordonnées. (Thyroïde, adénohypohyse, surrénale, pancréas). Pour la neurosécrétion nous faisons figurer l'accumulation du produit. Les renseignements ayant servi à élaborer cette figure proviennent de l'étude histochimique effectuée, en partie sur nos lérots, par GABE et coll. (1964).

C - Réveil vernal

A ce stade du cycle saisonnier le passage à l'homéothermie et la reprise de l'alimentation entraînent une augmentation brutale et des plus nette de la glycémie et du glycogène hépatique, ces modifications persistant pendant toute la période de vie active (fig. n° 19 et 20). Le passage à la vie active est un phénomène progressif, qui ne touche pas les divers animaux simultanément, aussi les valeurs que nous rapportons ici sont-elles relatives à des animaux ayant cessé d'hiberner depuis 8 à 15 jours (groupe 16 du tableau n° 7).

Figure n°19- Evolution du taux du glucose plasmatique au cours du cycle annuel, chez le Lérot.
Noter les différences considérables en toutes saisons selon la température corporelle de l'animal. Même en Juillet l'hypothermie spontanée entraîne une chute glycémique.

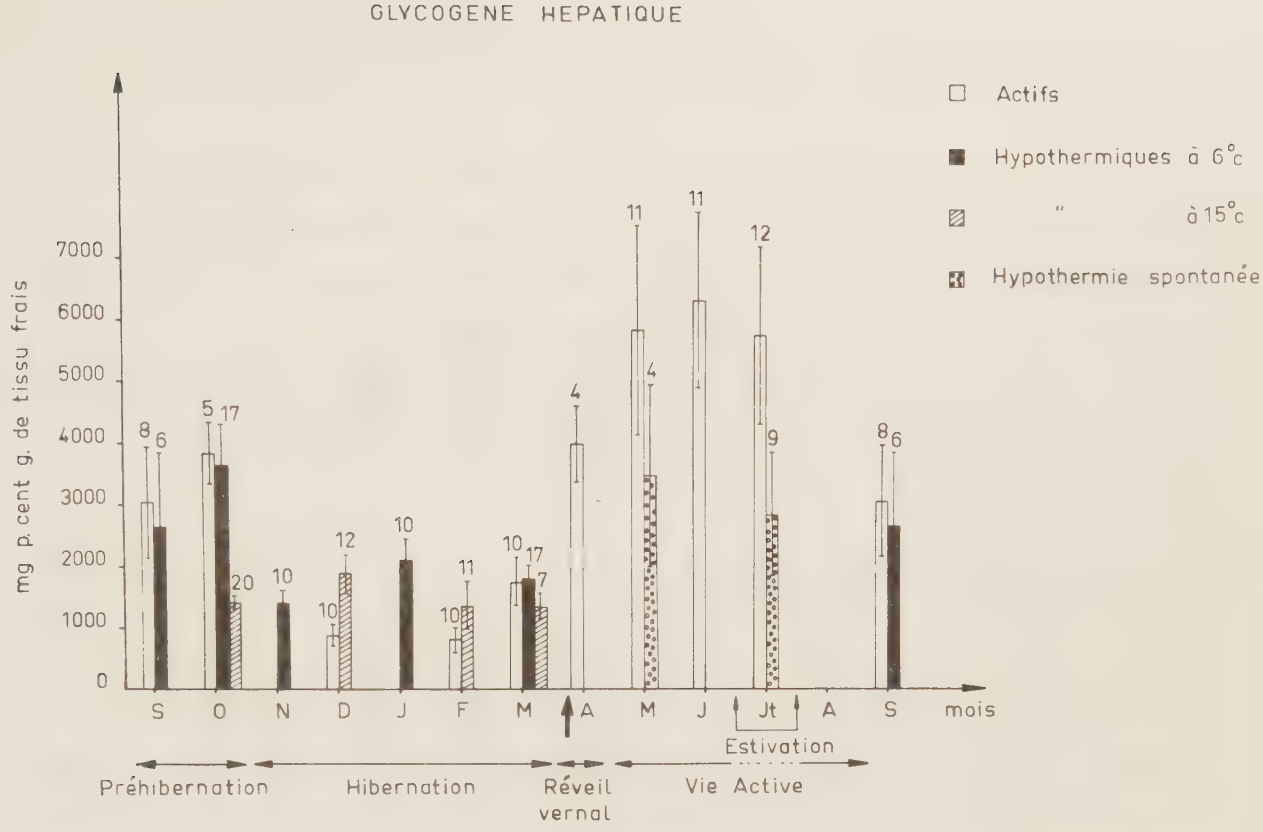


Figure n°20- Evolution du taux du glycogène hépatique au cours du cycle annuel, chez le Lérot.
Les animaux pendant l'hibernation étaient à jeun. En Mai et Juin les lérots devenus hypothermiques avaient de la nourriture à leur disposition. Pendant l'hibernation les valeurs du glycogène du foie sont faibles chez les animaux éveillés, plus élevées en hypothermie. Il n'en est pas de même pendant la vie active après la reprise de l'alimentation.

A la même époque on observe des changements profonds dans la circulation des lipides. Le taux des acides gras libres plasmatiques s'abaisse à 14 mg % contre 22 mg % en fin de léthargie hibernale. La lipémie s'élève dans les jours qui suivent le réveil définitif, passant en moyenne de 750 mg % à 1000 mg %. Cette augmentation significative s'accompagne d'une hausse des phospholipides comme en témoigne le taux élevé du phosphore lipidique, de l'ordre de 29 mg %. On ne note aucune variation en ce qui concerne les concentrations du cholestérol total dans le plasma.

En même temps que s'élève la lipémie, on assiste à une chute caractéristique des lipides du foie, le taux moyen des acides gras passant de 8,4 g p.100 g

frais à 3,95 g %. Les figures n° 21 et 22 mettent clairement en évidence ce balancement des acides gras totaux du foie et du plasma pendant la période du réveil vernal.

Parallèlement à ces modifications on observe une diminution significative de la teneur en acides gras totaux dans le muscle cardiaque (3,2 g % en fin d'hibernation contre 2,47 g % à la suite du réveil vernal). Les autres constituants lipidiques du coeur ne présentent pas de modifications.

Enfin, au niveau du tissu adipeux brun le taux des acides gras totaux diminue de plus de 25 % lorsque les lérots redeviennent actifs, et ceci bien qu'ils s'alimentent.

Modifications des glandes endocrines

Les modifications biochimiques que nous venons de signaler s'accompagnent d'un certain nombre de changements histophysiologiques qui surviennent en un petit nombre d'heures. L'aspect histologique d'hyperactivité thyroïdienne, caractéristique de la fin de l'hibernation, s'atténue rapidement après le réveil. Dans la médullo-surrénale on constate une diminution rapide et importante des grains phéochromes, suivie à très bref délai d'une décharge des lipides biréfringents des cellules corticosurrénales et d'une dégranulation des cellules B du pancréas endocrine. Par ailleurs, des modifications caractéristiques du lobe distal de l'adénohypophyse correspondent à ces changements d'état fonctionnel des glandes endocrines (GABE et coll. 1964). Signalons tout particulièrement une hypertrophie spectaculaire des cellules corticotropes ε de l'hypophyse qui se manifeste dans les heures qui suivent la reprise d'activité.

D - La vie active

1 - Glucides

Pendant la période de vie active où le Lérot s'alimente après avoir retrouvé son homéothermie, les taux du glycogène hépatique et du glucose plasmatique sont très élevés. Ces deux composés peuvent présenter de très grandes variations : 70 à 300 mg p. 100 ml pour la glycémie et 300 à 16000 mg p. 100 g frais pour le glycogène hépatique (tableaux n° 8 et 9).

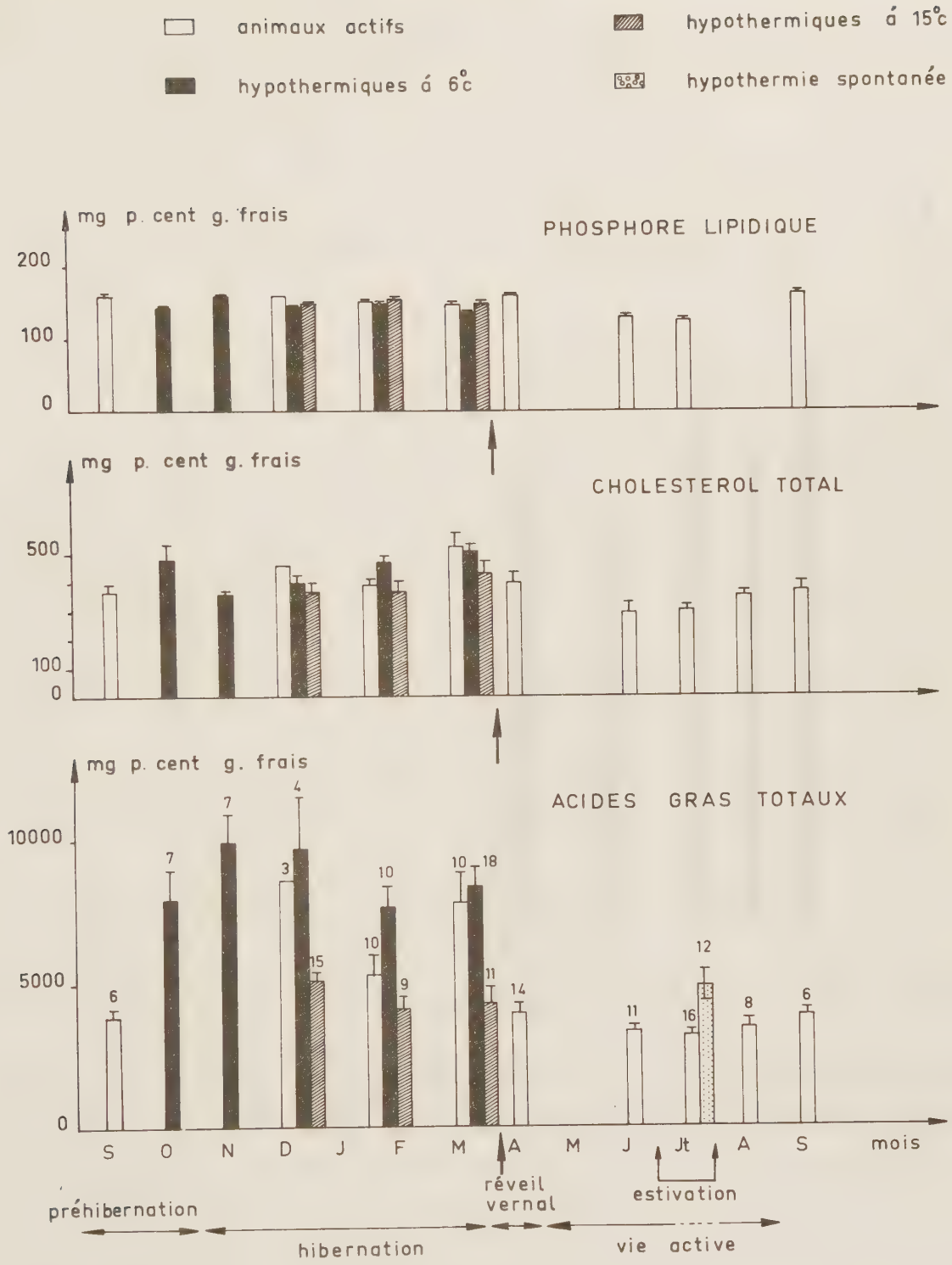


Figure n°21- Evolution de quelques constituants lipidiques du foie au cours du cycle annuel, chez le Lérot.
Remarquer la diminution importante des acides gras totaux au moment du réveil vernal. Chaque rectangle représente la valeur moyenne affectée de l'erreur standard à la moyenne. Le nombre d'animaux est indiqué.

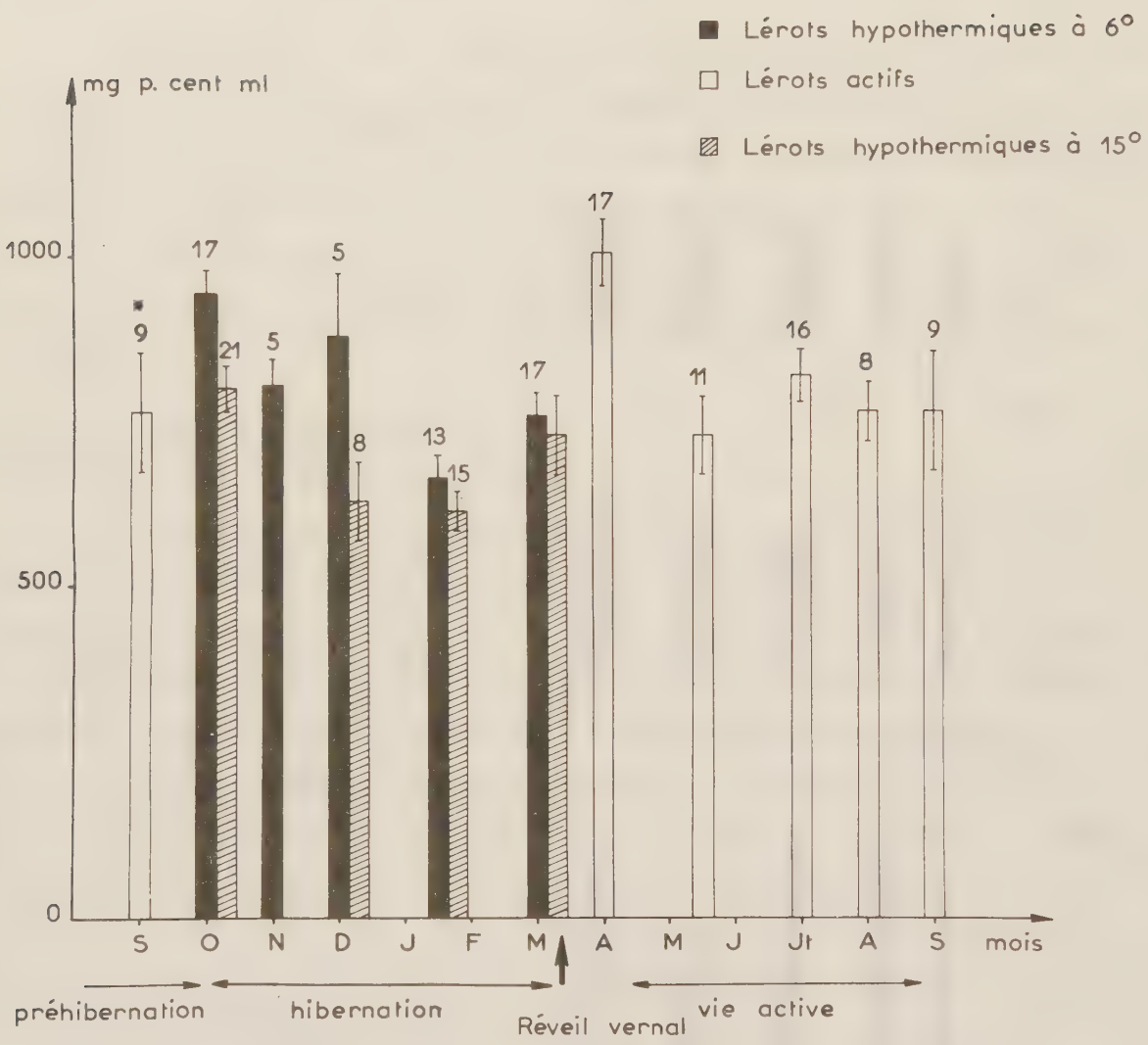


Figure n°22- Evolution saisonnière des acides gras totaux chez le Lérot. Remarquer la forte élévation de la lipémie correspondant au réveil, concomitante de la diminution des acides gras du foie signalée sur la figure n°21. Chaque rectangle représente la valeur moyenne affectée de l'erreur standard à la moyenne.

x nombre d'animaux.

Les taux d'acide lactique sont très élevés et chez 11 lérots actifs nous avons trouvé une valeur moyenne de 97 mg % comprise entre les valeurs extrêmes de 38 et 160 mg %

2 - Lipides

L'étude des constituants lipidiques fait ressortir un certain nombre de modifications.

a) Plasma

Peu après la hausse consécutive au réveil, la lipémie reprend graduellement ses valeurs habituelles que l'on retrouvera avec quelques fluctuations pendant tout l'été. Au mois de Juillet la cholestérolémie est nettement moins élevée si on la compare à celle enregistrée en fin d'hibernation (tableaux n° 15 et 16). A cette époque l'analyse des constituants lipidiques dans le plasma de 6 lérots actifs fournit les résultats suivants :

Constituants lipidiques du plasma dans un lot de 6 lérots pendant la période de vie active

valeurs en mg p. 100 ml de plasma				
acides gras totaux	cholestérol total	cholestérol estérifié	cholestérol libre	phosphore lipidique
702 ± 64 *	$235 \pm 7,5$	170 ± 6	65 ± 4	$21 \pm 1,2$
(6) **	(6)	(6)	(6)	(6)

* erreur standard à la moyenne
** nombre d'animaux

Le taux d'esters de cholestérol dans le plasma est inférieur à celui rencontré en hibernation (170 mg % contre 264 mg %). Des nombreux dosages des acides gras libres plasmatiques, il ressort que ces composés sont présents à des taux inférieurs à ceux de la léthargie hibernale, les valeurs extrêmes étant comprises entre 7 mg % et 27 mg % (en moyenne 14 mg % contre 22 mg % en fin d'hibernation) (tableau n° 18).

L'étude de la répartition des acides gras plasmatiques met en évidence des variations importantes dans les pourcentages respectifs (tableau n° 37). Les modifications portent principalement sur l'acide oléique dont la proportion est de 28,5 % en été contre 44 % en hiver, sur l'acide palmitique (28,5 % contre 18 %) et sur l'acide arachidonique (11,5 % contre 5 %). Dans l'ensemble pendant la période d'activité les acides saturés représentent 33 % du chromatogramme contre 26 % pendant la léthargie hivernale. Afin de compléter cette étude nous avons déterminé la répartition des acides gras dans les fractions lipidiques suivantes:esters de cholestérol, phospholipides, triglycérides (tableau n° 39). La synthèse de ces résultats est présentée ci-dessous.

Acides gras des différentes fractions lipidiques du plasma pendant la vie active

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
esters de cholestérol	-	18,08	6,95	1,67	43,1	30,03	traces
phospholipides	-	41,18	2,06	12,43	22,61	15,08	6,52
triglycérides	2,31	24,34	5,93	5,46	51,68	10,16	-

Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus en hibernation on note une augmentation de l'acide palmitique dans les trois fractions ainsi qu'une diminution dans les pourcentages d'acide oléique (fig. n° 23). En conclusion on peut affirmer que pendant la phase d'hibernation nous assistons à une désaturation des acides gras totaux plasmatiques.

Au niveau des autres tissus, on assiste également à des changements caractéristiques.

b) Foie

Les constituants lipidiques dans ce tissu se maintiennent toujours à des taux inférieurs à ceux que nous avons observés dans un grand nombre de cas pendant le sommeil hibernal (tableaux n° 24 et 25). Chez 5 lérots sacrifiés au mois de Juillet, une analyse plus complète fournit la composition moyenne suivante :

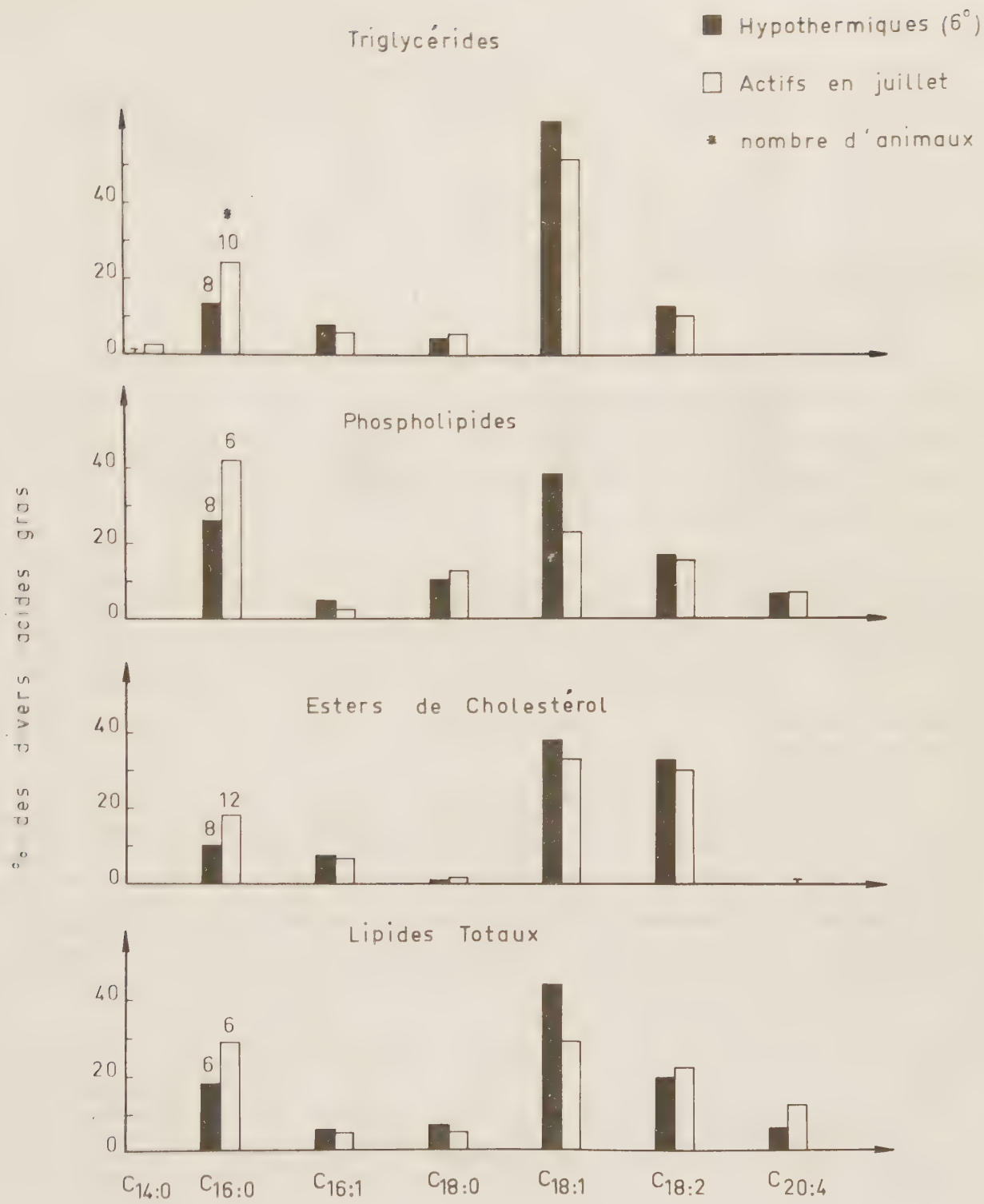


Figure n°23 - Répartition des divers acides gras contenus dans différentes fractions d'extraits lipidiques de plasma de lérots en hibernation ou pendant la vie active. Remarquer la prépondérance de l'acide oléique dans toutes les fractions, et celle sensiblement égale de l'acide linoléique dans les esters de cholestérol. Cette prépondérance est encore accentuée en hibernation. L'acide arachidonique total est nettement diminué par l'hibernation et le jeûne correspondant.

valeurs en mg p. 100 g frais				
acides gras totaux	cholestérol total	cholestérol estérifié	cholestérol libre	phosphore lipidique
3768 ± 516*	342 ± 35,2	117 ± 25,2	225 ± 12,8	134 ± 8
(5)	(5)	(5)	(5)	(5)

* erreur standard à la moyenne
(.) nombre d'animaux

Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus pendant l'hibernation, on observe une diminution de la concentration des acides totaux, du cholestérol estérifié et du phosphore lipidique. De plus on note une diminution du pourcentage des acides gras désaturés, la proportion d'acide oléique passant de 59 % en Mars, à 33 % en Juillet (tableaux n° 41 et 42).

Pourcentage des acides gras dans le foie de lérots actifs (Juillet)

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
(12)*	traces	25,50	4,80	8,70	33,20	17,70	10,10

* nombre d'animaux

Ainsi pendant la période de vie active, on assiste à une chute appréciable des acides gras mono-insaturés, corrélative de l'augmentation de la proportion des acides polyinsaturés et saturés (fig. n° 24). Enfin, nous signalerons le cas d'un acide gras indispensable, l'acide arachidonique, présent dans le foie du Lérot soumis au jeûne hibernal (4 %) et dont le pourcentage chez les animaux alimentés est un peu plus élevé (10 %).

c) Coeur

Pendant la vie active les acides gras du muscle cardiaque diminuent en moyenne de 17 % ($P < 0,01$) par rapport aux valeurs de l'hibernation (tableaux n° 30 et 31).

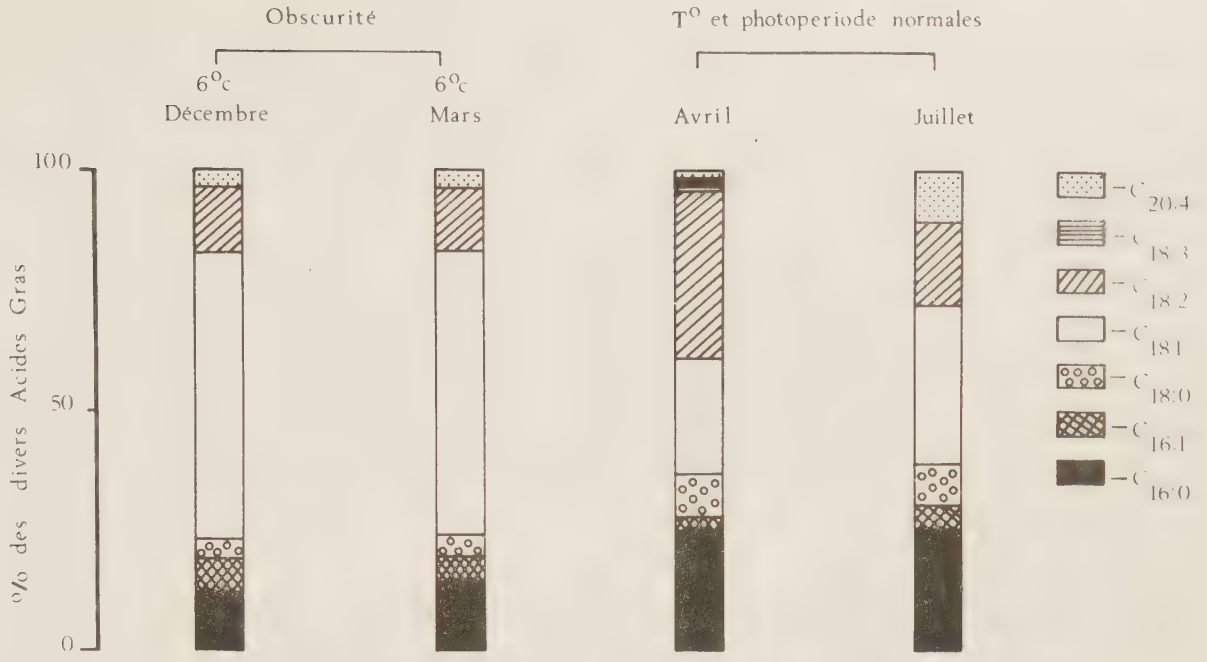


Figure n°24- Répartition des acides gras totaux du foie du Lérot à différentes périodes de l'année.
Noter l'augmentation des acides gras saturés pendant la vie active. La fin de l'hibernation et la reprise de l'alimentation amènent la hausse de la proportion des acides gras indispensables. Il en résulte une diminution notable de l'acide oléique (en relation avec la chute spectaculaire du taux des glycérides).

Composition du coeur pendant la période de vie active (Juillet)

Valeurs en mg p. 100 g frais				
acides gras totaux	cholestérol total	cholestérol estérifié	cholestérol libre	phosphore lipidique
$2542 \pm 83,2$	$160 \pm 4,2$	$21 \pm 1,6$	$139 \pm 3,2$	$113,5 \pm 1,8$
(8)*	(8)	(8)	(8)	(8)

* Nombre d'animaux

On note aussi une diminution légère, mais significative du phosphore lipidique (113,5 contre 129 mg p.100 g). La répartition des acides gras est la suivante :

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{20:4}$
(8) *	traces	21,31	3,81	13,13	30,15	21,65	9,86

* Nombre d'animaux

Si l'on compare ces données à celles obtenues en fin d'hibernation (tableau n°46) on observe une augmentation du pourcentage de l'acide palmitique (21,3 % en Juillet contre 12,8 % en Mars), la proportion d'acide oléique diminuant parallèlement (30,15 % contre 42,3 %). Ainsi, tout comme pour le tissu hépatique, nous enregistrons une plus grande saturation des acides gras totaux pendant la vie active dans le muscle cardiaque.

d) Tissus adipeux brun et blanc

La "graisse brune" présente aussi des modifications significatives chez les animaux actifs et alimentés. En effet, le taux des acides gras totaux est nettement plus bas : 18 g % contre 24 g % en fin d'hibernation et 29 g % au début, les autres constituants lipidiques se maintenant constants par ailleurs (tableau n° 35).

Enfin, pour ce tissu également, il y a lieu de signaler l'augmentation très nette des acides saturés, dont le pourcentage reste néanmoins très faible.

Pourcentage d'acides gras dans le tissu adipeux brun pendant la période de vie active

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$
(8) *	traces	11,60	4,25	11,10	58,85	14,20

* Nombre d'animaux

Dans la figure n° 25 nous comparons ces résultats à ceux obtenus pendant la période de la léthargie hibernale (tableaux n° 49 et 50). On note que l'acide oléique prédomine en hiver (70 %) contre 58 % au mois de Juillet. La proportion d'acide linoléique représente en moyenne 14 % du total, quelle que soit la période du cycle saisonnier. La quantité d'acide stéarique présente est en général de l'ordre de 5 % en hibernation, et de 11 % en été. Enfin, la proportion d'acide palmiti-

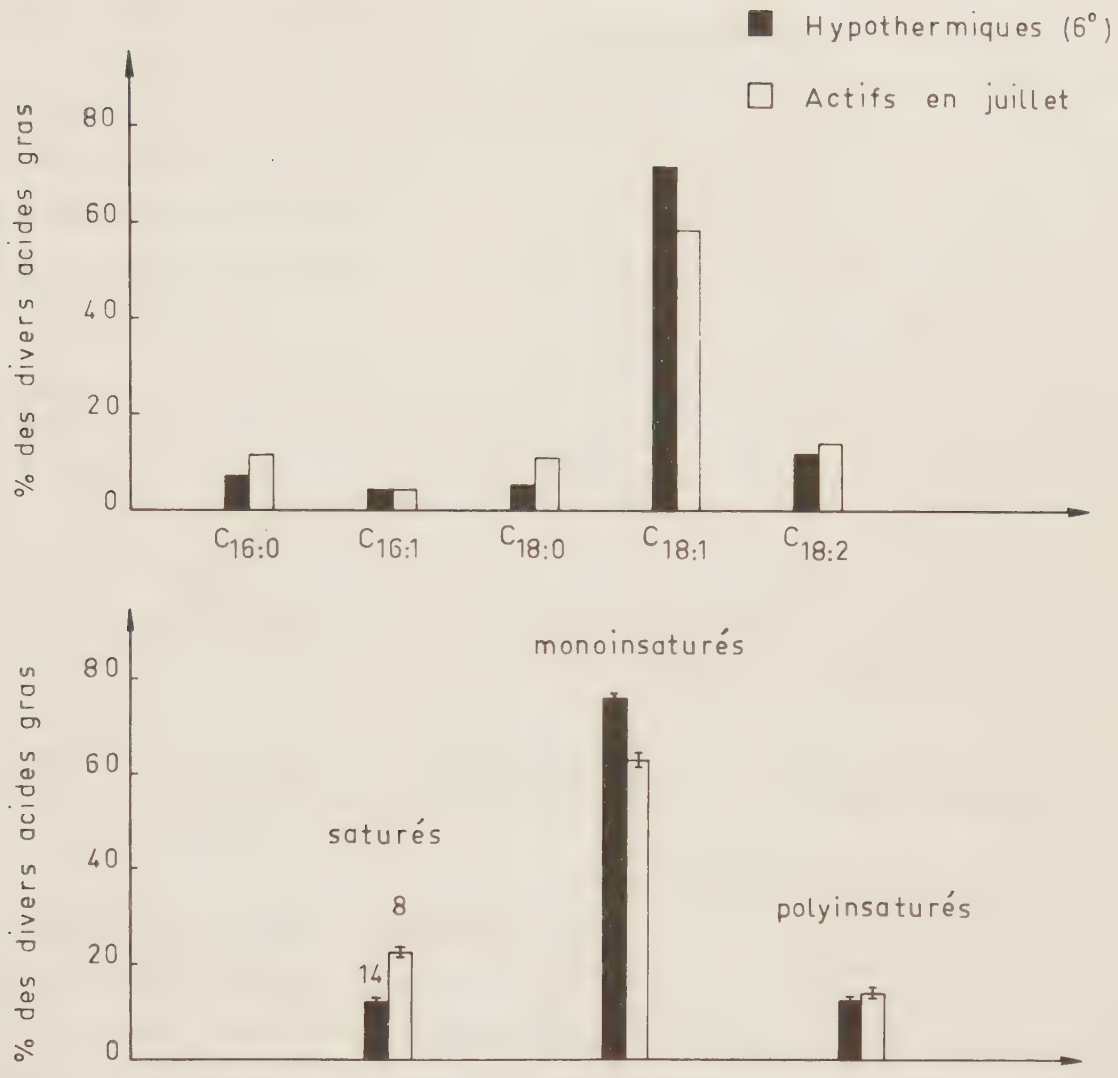


Figure n°25- Répartition des divers acides gras contenus dans des extraits lipidiques de Graisse Brune de lérots en hibernation ou pendant la vie active.
La prépondérance de l'acide oléique est remarquable. Pendant l'hibernation la proportion d'acides gras saturés est très faible.

que augmente elle aussi passant de 6 % en hiver à 11 % en été.

Au niveau du tissu adipeux blanc, les quelques données obtenues, font apparaître aussi certaines variations saisonnières. En effet, le taux moyen des acides gras totaux dans la graisse périrénale prélevée chez 6 lérots au mois de Juillet est de 72, 3 g p.100 g de tissu frais, contre 55 g % en hiver. Certaines modifications qualitatives apparaissent aussi lors de l'analyse par chromatographie en phase gazeuse de ces acides gras. Chez quatre animaux étudiés, nous enregistrons la composition moyenne suivante :

Pourcentage des acides gras du tissu adipeux blanc pendant la vie active (Juillet)

acides gras	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$
(4)	traces	18	5,30	-	67,20	9,40

On note une plus grande saturation dans les acides gras du tissu adipeux blanc à ce stade du cycle saisonnier.

E - Le semi-repos estival : les phases d'hypothermie spontanée

1 - Constituants biochimiques

Nous avons décrit dans le chapitre précédent les états d'hypothermie spontanée que peuvent présenter les lérots au cours de la période de vie active. Parmi les nombreux cas de torpeur estivale observés de Mai à Juillet de façon variable selon les années, nous avons déterminé les valeurs de quelques constituants tissulaires relatifs à un lot de 18 lérots particulièrement étudié à cet effet (tableau ci-contre). La glycémie et la lactacidémie sont en général très basses et les valeurs obtenues rappellent celles enregistrées chez les lérots hypothermiques pendant l'hibernation. On note aussi une dispersion importante dans les taux de ces deux constituants qui s'expliquera lorsque nous fournirons les résultats relatifs à l'endormissement et aux réveils périodiques. La teneur du foie en glycogène est elle aussi variable, les valeurs extrêmes étant de 0,17 et 8,2 g p.100 g frais. Ces variations importantes sont à rapprocher du maintien de l'alimentation.

Valeurs de quelques constituants biochimiques chez 18 lérots en estivation.

N°	DATES	Températures (° C)		PLASMA				FOIE			OBSERVATIONS
		Rect.	Amb.	Glucose	Acide lactique	Acides gras libres	Acides gras totaux	Fx100 / C	Glycogène	Acides gras totaux	
60/62	Juillet 62	25°5	25°	25	-	-	680	3,2	280	3300	Endormis depuis :
59/62	"	25°5	25°	50	-	-	675	2,65	170	3260	-
29/62	"	25°5	25°	45	-	-	-	3,40	5100	-	-
40/62	"	25°5	25°	25	-	-	750	2,60	780	3180	-
35/62	"	26°	25°	90	-	-	1030	3,40	8200	2680	-
55/62	"	28°5	28°	70	-	-	-	3,40	1850	7680	2 h 30
45/62	"	17°	16°5	15	-	-	-	3,60	3280	5750	48 h
61/62	"	17°	16°5	40	-	-	-	3,60	2940	6530	24 h
62/62	"	25°	25°	-	-	-	740	3,45	-	2700	-
80/63	Juin 63	22°5	22°	30	-	-	-	-	-	-	8 h
99 B	Juin 67	34°	22°	90	80	14	565	3,2	4500	3230	Fin de réveil après 8h de sommeil
330 C	Mai 68	21°	16°	37	32	15	-	2,75	7540	-	5 h
151 C	"	20°	17°	46	40	16	-	2,77	915	-	8 h
332 C	"	11°	11°	54	9	34	-	4,40	2520	-	16 h
360 C	"	10°5	10°	90	7	19	-	4	2950	-	16 h
33 C	Juin 70	38°	19°	-	-	-	702	4,93	-	3890	Fin de réveil après 8 h de sommeil
218 D	"	38°	19°	-	-	-	994	2,27	-	5930	"
59 D	"	38°	19°	-	-	-	810	3,46	-	5800	"

Chez les mêmes animaux, on constate seulement que la lipémie présente des valeurs habituelles rencontrées pendant la période d'activité, alors que le taux des acides gras libres plasmatiques semble être comparable à celui enregistré pendant l'hibernation. Quant aux acides gras totaux hépatiques on note une très grande marge de variation dans les résultats obtenus sans qu'il soit possible pour l'instant de mettre en évidence une corrélation quelconque. Nous verrons plus loin que ce fait comporte pourtant une explication.

2 - Glandes endocrines pendant la vie active et le repos semi-estival

Pendant la période d'activité vernale, mise à part une intense activité des gonades (fig. n° 26), les autres glandes endocrines présentent des signes histologiques de fonctionnement moyennement actif. Au niveau de l'hypophyse GABE et coll, 1964 (l'examen ayant été effectué sur les animaux faisant l'objet de notre étude) signale une involution des cellules thyréotropes en Juillet qui se situe entre deux périodes de vive activité fonctionnelle, l'une en Mai-Juin, l'autre à la fin Août. La glande thyroïde présente une évolution comparable caractérisée par une vive activation en Mai suivie d'un repos relatif en Juin et Juillet, avec une réactivation nette à la fin d'Août. Pendant la vie active, la teneur en lipides biréfringents du cortex surrénal reste modérée et l'on assiste à la fin de cette même période à une nouvelle augmentation des lipides figurés. Quant à la médullo-surrénale, elle présente un aspect bigarré dû à la présence de cellules plus ou moins riches en grains phéochromes. Enfin, les cellules A et B du pancréas endocrine sont en général pauvres en produits de sécrétion. Il faut cependant signaler une accumulation transitoire de granulations intracellulaires en Juillet (GABE et coll, 1964). A l'époque où se manifeste l'estivation, il y a donc une mise au repos relative et transitoire du pancréas endocrine, et même dans une certaine mesure de l'ensemble du système endocrinien, cette mise au repos rappelant, en plus atténuée, celle qui se manifeste en préhibernation.

F - Conclusions

Avant d'aborder la discussion il nous paraît utile de résumer très brièvement les résultats qui nous paraissent les plus saillants concernant l'évolution

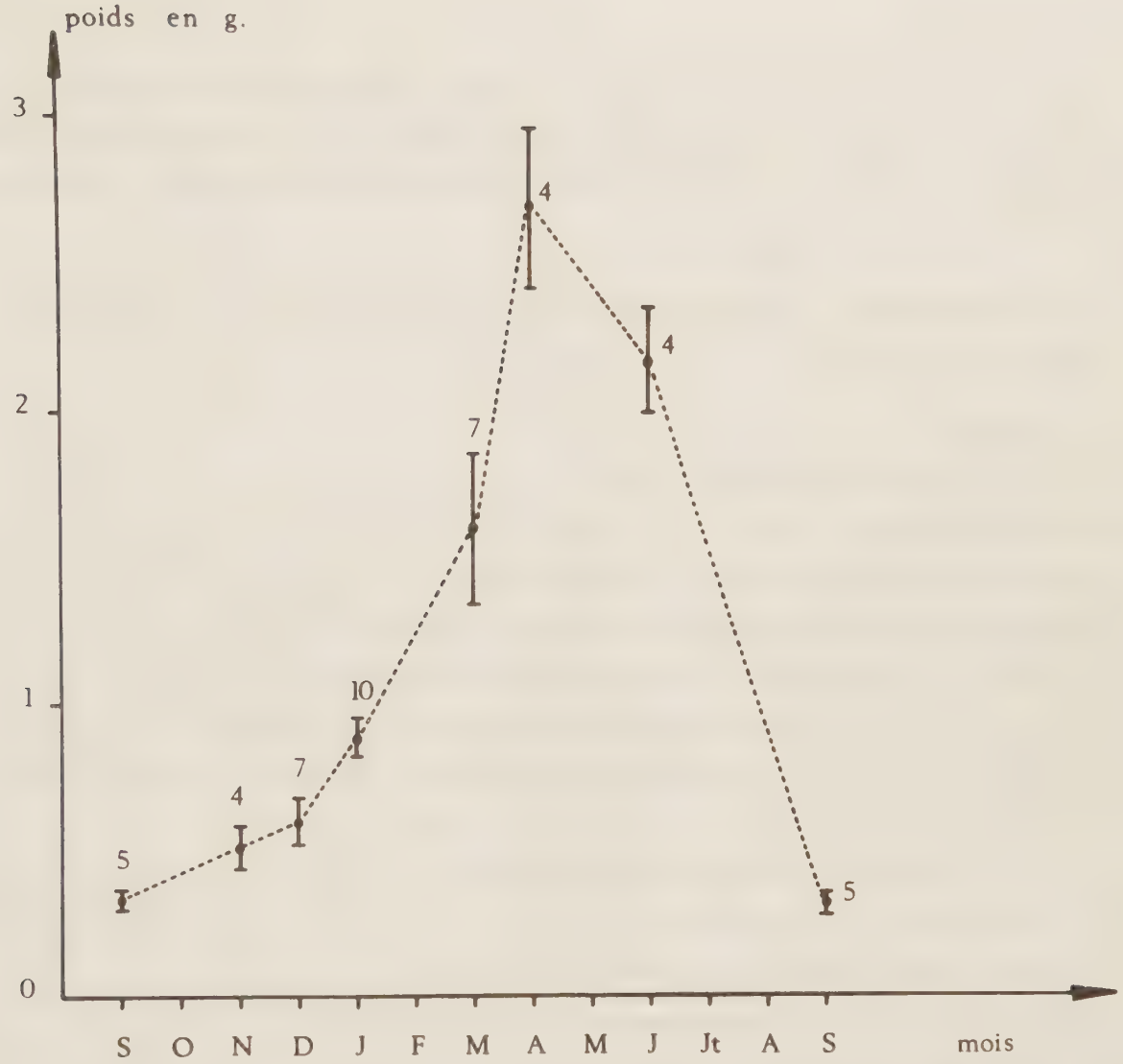


Figure n°26- Evolution pondérale des deux testicules, au cours du cycle annuel, chez le Lérot.
Remarquer que déjà en hibernation il y a une reprise du poids des testicules.

des glucides et des lipides tissulaires en fonction de la saison.

Glucides

En préhibernation, le glycogène hépatique et la glycémie sont relativement élevés ainsi que la lactacidémie. Pendant l'hibernation, le glycogène des tissus garde des valeurs notables en hypothermie, la lactacidémie et la glycémie

étant très basses.

Le réveil de printemps et la reprise de l'alimentation entraînent une élévation très nette du taux du glycogène hépatique ainsi que de la glycémie et de l'acide lactique plasmatique, ces modifications persistant pendant toute la phase de vie active.

Chez les animaux présentant des phases d'hypothermie spontanée en été, l'image métabolique et endocrinienne n'est pas sans rappeler, en plus atténuée, celle de l'hibernation.

Lipides

Le fait le plus caractéristique est l'existence, pendant l'hibernation, d'un enrichissement du foie en glycérides et aussi en esters de cholestérol dont le taux est très élevé. On observe aussi une désaturation importante des acides gras dans ce tissu en hiver. La stéatose hépatique cesse brusquement au moment du réveil vernal et on enregistre une augmentation concomitante de la lipémie. Par ailleurs, cette dernière reste toujours importante avec des taux élevés d'esters de cholestérol et de phosphore lipidique. Le taux des acides gras libres plasmatiques est plus important en hiver.

On note aussi une évolution saisonnière des lipides de la graisse brune : les acides gras totaux représentant 20 % du tissu frais en automne, s'élèvent à 29 % au début de l'hibernation pour décroître progressivement au cours des mois suivants, avec une nouvelle diminution nette correspondant au réveil de printemps. Les acides gras totaux sont notablement plus insaturés pendant la léthargie hibernale tout comme dans la graisse blanche périrénale.

Au contraire , le taux des acides gras totaux du tissu adipeux blanc est plus élevé pendant la période de vie active que pendant l'hibernation.

Dans le tissu cardiaque, l'évolution des constituants lipidiques rappelle celle du foie en plus atténuée.

II - DISCUSSION

Il y a lieu maintenant de confronter ces résultats avec ceux d'autres auteurs, puis de discuter les corrélations éventuelles avec les données histophysiologiques obtenues d'une étude ayant porté en partie sur nos propres animaux d'expérience.

A - Variations saisonnières des glucides tissulaires

1 - Glycémie et glycogène hépatique

a) Glycémie

L'évolution saisonnière que nous faisons figurer sur les figures n° 19 et 20 complète les résultats antérieurs de GABE et coll. (1964) qui comprenaient d'ailleurs nos premiers résultats, LAPORTE (1965) ; AMBID et AGID (1967). Chez le Lérot hypothermique, on observe une hypoglycémie et le taux du glycogène hépatique est beaucoup plus bas que celui enregistré pendant la vie active. Ce résultat est en accord avec les observations de STUCKEY et COCO (1942), LYMAN et CHATFIELD (1955), BURLINGTON et KLAIN (1967). D'ailleurs dans des travaux plus anciens on retrouve parfois les mêmes observations (BERNARD, 1859 ; AEBY, 1875 ; LUCHSINGER, 1875 ; VOIT, 1878 ; DUBOIS, 1896 ; RULOT, 1902 ; WEILAND et RIEHL, 1908).

Les valeurs particulièrement basses de la glycémie que nous rapportons pour le Lérot pendant le sommeil hibernal correspondent à celles qui ont été décrites chez Citellus citellus (AGID et POPOVIC , 1957) et chez le hérisson (CLAUSEN, 1964). D'autres auteurs signalent aussi une diminution du taux du glucose plasmatique chez d'autres hibernants, diminution généralement plus modeste que celle enregistrée chez le Lérot. (SUOMALAINEN, 1938 ; LYMAN, 1943 ; BIÖRCK et coll, 1956 ; KONTTINEN et coll., 1964 ; SARAJAS, 1967). Par contre, l'hypoglycémie hibernale n'est pas signalée chez Mesocricetus auratus (LYMAN et LEDUC, 1953), Citellus parryi (MUSACCHIA et WILBER, 1952) et chez Citellus latéralis (TWENTE et TWENTE, 1967). L'accord est loin d'être fait quant à l'évolution de la glycémie au cours du cycle annuel de tous les mammifères hibernants comme en témoignent les valeurs fournies par différents auteurs, consignées dans le tableau ci-après.

ANIMAUX		GLYCEMIE HIVER	GLYCEMIE ETE	REFERENCES
HERISSON	Eurinaceus europaeus	44 (S)	125	Suomalainen (1938)
	"	73 (S)	144	Biörck et coll. (1956)
	"	62 (S)	149	Zirm (1956)
	"	54 (S)	131	Smit-Vis (1962)
	"	38-69 (S) 71-131 (R)	(84-114)	Konttinen et coll. (1964)
	"	27 (S) 17-127 (R)	136	Clausen (1964)
	"	47-80 (S) 114-161 (R)		Sarajas (1967)
	"	56-85 (S) 110-152 (R)		Suomalainen et Saure (1955)
SPERMOPHILE	Citellus tridecemlineatus	81 (S) 107 (R)		Stuckey et Coco (1942)
	Citellus parryi barrowensis	147 (S)	153	Musacchia et Wilber (1952)
	Citellus undulatus	56 (S) 156 (R)		Hannon et Vaughan (1961)
	Citellus tridecemlineatus	67 (S) 85 (R)		Lyman (1943)
	Citellus tridecemlineatus	87 (S) 113 (R)		Burlington et Klain (1967)
	Citellus lateralis	83-153 (S)	(166-220)	Twente et Twente (1967)
	Citellus citellus	15-58 (S) 28-199 (R)	(103-185)	Agid et Popovic (1957)

ANIMAUX		GLYCEMIE HIVER	GLYCEMIE ETE	REFERENCES
HAMSTER	Mesocricetus auratus	126-143 (S) 97-113 (R)		Lyman et Leduc (1953)
	Mesocricetus auratus	80-110 (R)	90-160	Ambid (1965)
	Mesocricetus auratus	110 (R)		Helle (1953)
LOIR	Glis-glis	78 (S)	216	Dische et coll. (1931)
	Glis-glis	49-87 (S) 107 (R)	181	Feinschmidt et Ferdmann (1932)
CHAUVE SOURIS	Myotis lucifugus et Myotis grisescens	7-15 (S) 200 (R)		Dodgen et Blood (1956)
MARMOTTE	Marmota Marmota	70 (S) 220 (R)		Bierry et Kollmann (1928)
	Marmota monax	70 (S)	94	Mc Birnie et coll. (1953)
LEROT	Eliomys quercinus	10-43 (S)	90-300	Gabe et coll. (1964)

Légende : Valeurs glycémiques dans divers groupes d'hibernants.
Certains auteurs ont précisé l'état de l'animal pendant la période d'hibernation naturelle

(S) animaux endormis

(R) animaux éveillés

Une partie des divergences tient au fait que certaines espèces se nourrissent pendant l'hibernation alors que beaucoup d'autres restent plus ou moins à jeun, et vivent sur leurs réserves de graisses. Ainsi,MUSACCHIA et WILBER (1952) ne trouvent pas d'hypoglycémie pendant l'hibernation chez un Spermophile alimenté (Citellus parryi barrowensis), mais constatent par contre une diminution du glucose sanguin chez les animaux privés de nourriture. Dans le cas du Lérot, la présence ou non d'alimentation ne modifie en rien l'apparition de l'hypoglycémie chez les animaux hypothermiques.

Une autre source de divergence réside peut-être dans le fait que certains auteurs n'ont pas tenu compte des variations de l'état physiologique de l'animal au cours d'une même période. Nos résultats montrent en effet que l'état d'éveil avec homéothermie ou de léthargie hypothermique retentit directement sur le taux du glucose plasmatique du Lérot : de façon générale les valeurs basses de la glycémie correspondent aux états d'hypothermie. D'autres facteurs interviennent également comme nous le démontrerons dans le prochain chapitre : les différences observées dans les valeurs glycémiques de divers groupes d'hibernants tiennent à l'espèce, la température ambiante, la température corporelle, l'état nutritionnel, l'état endocrinien, la saison et enfin aux modalités du passage de l'homéothermie à l'hypothermie et inversement. Si l'on tient compte en outre des variations dues aux conditions expérimentales, et aux techniques employées on comprend mieux le désaccord dont témoignent certaines valeurs signalées dans la littérature.

On ne peut se contenter de la seule intervention du rôle de l'alimentation pour expliquer l'hypoglycémie caractéristique du sommeil hypothermique du Lérot pendant l'hibernation. L'examen histologique des glandes endocrines (GABE et coll 1964) incite à admettre non seulement une diminution de la mise en circulation, dans le milieu intérieur, des facteurs hyperglycémiants (catécholamines, hormones thyroïdiennes, glucagon, hormone somatotrope), mais aussi du facteur hypoglycémiant (insuline). Selon toute probabilité, les mécanismes régulateurs en hypothermie sont peu efficaces. Dans ces conditions, le taux du glucose plasmatique sera sous la dépendance de l'utilisation périphérique. C'est la raison pour laquelle nous avons recherché de façon précise comment évoluaient la glycémie et le glycogène du foie, en fonction du temps au cours de l'endormissement à deux tem-

pératures ambiantes différentes (6°C et 15°C) (AMBID et AGID, 1967). Ces résultats seront présentés dans le prochain chapitre.

b) Glycogène hépatique

Malgré une marge de variation individuelle non négligeable, le taux du glycogène hépatique chez les lérots hypothermiques en hiver, se maintient à un niveau appréciable, malgré le jeûne et les réveils périodiques. Ces résultats sont en accord avec ceux déjà anciens de DUBOIS (1896) et de WEINLAND et RIEHL (1907) chez la Marmotte. Pourtant chez les animaux éveillés pendant l'hibernation le glycogène du foie est presque absent chez certains alors qu'il est très largement représenté chez d'autres. La signification de ces différences individuelles, sera mieux saisie lorsque nous aurons présenté les résultats relatifs aux modifications en fonction du temps entraînées par les réveils périodiques spontanés ou provoqués (AMBID et AGID, 1967 ; AGID et AMBID, 1969).

Chez d'autres espèces de Mammifères hibernants, un certain nombre de divergences sont signalées par les auteurs. Chez le Hamster doré, LYMAN et LEDUC (1953), ont montré que le taux du glycogène du foie n'était pas différent chez les animaux hibernants et les animaux actifs. Par contre ZYMNY (1956) observe des taux plus élevés dans le foie du Spermophile actif alimenté (Citellus citellus). Chez une autre espèce, Citellus undulatus, HANNON et VAUGHAN (1961) signalent que le glycogène hépatique présente les mêmes valeurs chez les animaux actifs ou en hibernation. De plus, ces auteurs notent que la durée de la léthargie hibernale [illegible] effet sur les réserves glucidiques du foie. Chez le Lérot nous n'avons pas enregistré de modifications entre le début et la fin de l'hibernation, en ce qui concerne ce composé hépatique.

Malgré quelques restrictions, il semble que le glycogène dans le foie des animaux hibernants soit maintenu à un niveau appréciable pendant la torpeur hibernale. Les nombreux dosages effectués chez nos lérots montrent clairement que le glycogène hépatique se trouve bloqué pendant le sommeil hypothermique. Ce blocage peut s'expliquer d'une part par l'inactivation de la phosphorylase (LEONARD et WIMSATT, 1959 ; HANNON et VAUGHAN, 1961) et d'autre part, par un ralentissement important de la circulation sanguine au niveau du foie que SOIVIO (1964) a

montré chez le Hérisson.

Chez les animaux actifs et alimentés pendant la période de vie active, le dosage du glycogène hépatique fait apparaître des variations individuelles très importantes. Peu abondant chez quelques animaux, ce composé est très largement représenté dans la majorité des cas et peut même dépasser des valeurs de 9 g p.100 g frais (8cas). Il va de soi que cette richesse en glycogène est entraînée par l'alimentation. Les déterminations du taux du glucose plasmatique, à la même époque, mettent aussi en évidence des fluctuations très importantes, la glycémie pouvant varier entre 85 et 300 mg p.100 ml. Ceci est l'indice d'une certaine faiblesse dans les mécanismes intervenant dans la régulation de la glycémie chez cet animal en toutes saisons. Ce dernier point sera repris lors de l'expérimentation sur l'effet du jeûne pendant la vie active.

2 - Glycogène des muscles cardiaque et squelettique

Pendant l'hibernation, le taux du glycogène dans le muscle et dans le coeur est significativement plus élevé chez les lérots sacrifiés en torpeur hypothermique. Ces résultats sont en parfait accord avec ceux de LYMAN et LEDUC (1953), ZYMNY et TYRONE (1957), et de HANNON et VAUGHAN (1961) obtenus chez d'autres hibernants. Cependant LEONARD et WIMSATT (1959) observent des taux de glycogène musculaire beaucoup plus bas chez la chauve souris en hibernation que chez l'animal réveillé.

3 - Acide lactique plasmatique et tissulaire

Les valeurs basses de la lactacidémie chez les lérots hypothermiques sont déjà signalées par BURLINGTON et KLAIN (1967 a) chez Citellus tridecemlineatus et par TWENTE et TWENTE (1968) chez Citellus lateralis. Par contre les valeurs élevées enregistrées chez les animaux réveillés ne s'expliqueront que lorsque nous aurons exposé les résultats relatifs au réveil. Chez le Lérot en hibernation les taux d'acide lactique dans les muscles cardiaque et squelettique sont du même ordre de grandeur. TSUKERNIK (1938) pour le muscle de Marmota sp, HANSON et JOHANSSON (1961) pour le coeur de Erinaceus europaeus, et TWENTE et TWENTE (1968) pour le coeur et le muscle squelettique de Citellus lateralis, signa-

lent des valeurs comparables à celles que nous trouvons chez le Lérot. Les valeurs basses du taux de l'acide lactique en hibernation et leur stabilité en fonction de la durée de sommeil (voir chapitre précédent), témoignent d'une bonne oxygénation tissulaire chez les hibernants en hypothermie. Il serait prématuré de rechercher des corrélations strictes entre l'évolution des composés glucidiques et l'activité des diverses glandes endocrines pour la simple raison que cette activité est elle-même variable et dépend étroitement des réveils périodiques.

B - Variations saisonnières des lipides tissulaires

Certains constituants lipidiques du Lérot se rencontrent à des taux nettement différents de ceux des autres rongeurs et même de la plupart des Mammifères jusqu'ici étudiés. Ces résultats sont suffisamment intéressants pour nous inciter à les discuter brièvement avant d'envisager leur évolution.

1 - Constituants lipidiques dans quelques tissus du Lérot

a) Lipides du plasma

Les taux des constituants lipidiques déterminés dans le plasma du Lérot excèdent de beaucoup ceux observés chez des Mammifères non hibernants de laboratoire. Pour faciliter la comparaison, nous avons dressé un tableau d'ensemble à partir des valeurs citées par ALTMAN (1961) et d'autres auteurs.

Il apparaît clairement à l'examen de ce tableau, que les valeurs de la lipémie du Lérot, sont trois à quatre fois plus importantes que chez la plupart des homéothermes de même taille, le rat par exemple.

Cependant chez les autres espèces hibernantes, les constituants lipidiques sont comme dans le cas du Lérot, en général élevés. Quant au cholestérol total, les valeurs élevées enregistrées n'ont rien de surprenant puisqu'elles sont en rapport avec le niveau de la lipémie, lui-même très important. Mais il n'en est pas de même pour le phosphore lipidique, et nous n'avons jamais rencontré de teneur du phosphore lipidique pouvant dépasser 30 mg % (soit environ 750 mg de phospholipides p. 100 ml de plasma) chez des animaux de laboratoire, où cette teneur est en général voisine de 3 à 8 mg %. Les exceptions sont relatives précisé-

Comparaison des valeurs de quelques constituants plasmatiques chez différents animaux. Les valeurs sont exprimées en mg p. 100 ml

Animaux	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phospholipides	Références
Homme	234 - 341	159 - 260	153 - 263	
Cobaye	92 - 140	21 - 43	25 - 77	Altman (1961)
Lapin	40 - 298	10 - 80	13 - 143	
Lapin	187	57	4	Marquié (1970)
Rat	108 - 198	28 - 76	36 - 130	Altman (1961)
Lérot	600 - 1200	240 - 450	375 - 1000	Ambid (1964)
Hamster gris	515	250	375	Ambid
Spermophile	833	224	625	Musacchia et Wilber (1952)
Hérisson	-	164 - 452	221 - 477	Konttinen et coll (1964)
Loir	400 - 770	180 - 220		Ambid
Chauve-souris	450 - 540	-	-	Ambid

ment à des animaux hibernants. On note cependant chez le Lérot des valeurs en phospholipides plasmatiques supérieures à celles trouvées chez un Spermophile, par MUSACCHIA et WILBER (1952), et chez le Hérisson par KONTTINEN et coll. (1964). Les publications qui nous ont été accessibles ne comportent pas de données relatives aux constituants lipidiques dans le plasma du Lérot ; leurs taux exceptionnellement élevés sont en accord avec les conclusions de BRAGDON (1954) et de GALSTER et MORRISON (1966) faites chez Citellus tridecemlineatus, dont les déterminations portent sur les lipides totaux.

Les valeurs importantes de la lipémie (AMBID et coll. 1963) d'une part, et la grande marge de variation que l'on note pour le cholestérol total et le phosphore lipidique d'autre part, sont en faveur d'un rôle essentiel de ces composés dans

le métabolisme de l'hibernant. Il faut aussi attirer l'attention sur la plus grande capacité de transport des composés lipidiques par le sang des animaux hibernants comparée à celle du sang de rat par exemple. Malgré les valeurs élevées de la lipémie, les plasmas de Lérot ne sont jamais lactescents. Nous avons estimé intéressant de déterminer le contenu plasmatique en β lipoprotéines qui servent dans le transport des différentes fractions lipidiques. Des résultats partiels portant sur 16 sérums, mettent en évidence une bonne corrélation entre la valeur de la lipémie et le taux des β lipoprotéines sériques (tableau n° 19). On note 40 degrés Vernes pour des taux d'acides gras totaux de 650 mg % contre 84 degrés Vernes pour des lipémies supérieures à 1000 mg %.

L'existence d'un parallélisme entre le taux des acides gras totaux et du phosphore lipidique dans le plasma du Lérot permet de confirmer la participation particulièrement importante des phospholipides dont le taux est très élevé, dans la lipémie de cet animal. Quant au rapport CT/AGT, il est compris entre 1/3 et 1/2 et il ne représente aucune singularité puisque dans d'autres espèces animales on trouve des chiffres analogues, soit 1/3 chez le lapin et le rat, 1/2 chez la vache et 2/3 chez l'homme. Il nous paraît clair que ce sont les phospholipides qui varient le plus dans le plasma du Lérot et que ceci doit être en rapport avec les particularités du métabolisme des hibernants.

Enfin il y a lieu de noter que le taux des acides gras libres plasmatiques est du même ordre de grandeur que chez le rat lorsque les animaux sont alimentés. Ces acides gras libres s'élèvent en cas de privation de nourriture et ceci de façon plus vigoureuse que chez le rat. Cette fraction présente donc comme nous le préciserons davantage plus loin, une importance toute particulière dans la circulation des composés lipidiques.

b) Lipides du foie

Le phosphore lipidique se trouve dans le foie d'animaux en hibernation à un taux comparable à celui qui existe chez le lapin et le rat. Les valeurs relatives aux animaux actifs en été, sont inférieures de 10 % ($P < 0,02$). Les acides gras totaux et le cholestérol total, par contre, sont très variables. C'est la valeur du cholestérol qui est la plus singulière, puisqu'elle atteint en hibernation

des taux voisins de 850 mg p. 100 g parfois, et qu'aussi bien on trouve des valeurs aussi faibles que 226 mg p. 100 g. L'analyse séparée du cholestérol libre et du cholestérol estérifié nous permet d'interpréter les valeurs élevées. Si l'on examine le cholestérol libre dans le foie du Lérot, on peut situer la teneur de ce composé à une valeur voisine de 225 mg %. Dans ces conditions, les valeurs fortes observées dans certains foies de lérots correspondent à des augmentations énormes des esters de cholestérol qui peuvent dépasser 400 mg p. 100 g. Le cholestérol estérifié chez les animaux de laboratoire est voisin de 50 mg % et peut augmenter en cas de mobilisation des graisses (AGID, 1953). Mais nous n'avons jamais vu signaler des taux réellement très élevés sauf dans le cas d'administration de cholestérol (MARQUIE 1970) et également dans un cas très curieux qui concerne le poussin dans les jours qui suivent la naissance (DESBROSSE-LOUP, 1965). Il y a lieu d'insister à cette occasion, sur la rareté des données bibliographiques concernant la composition des lipides hépatiques chez les Mammifères hibernants. Nos valeurs relatives au cholestérol total chez le Lérot hibernant ou actif, sont plus élevées que les valeurs correspondantes chez le Spermophile (WILBER et MUSACCHIA, 1950 ; MUSACCHIA et WILBER, 1952) et chez le Hérisson (KONTTINEN, 1965). Les lipides totaux dans le foie des lérots en hibernation se maintiennent à des taux supérieurs à ceux rencontrés chez les animaux domestiques ou de laboratoire.

On trouve en somme au niveau du foie sensiblement l'inverse de ce que l'on observe dans le plasma où l'élément variable est le phosphore lipidique. Dans le foie, au contraire, il est clair que ce sont les esters de cholestérol qui varient le plus.

Non seulement, certains constituants lipidiques du foie et du plasma sont très abondants, mais de plus les concentrations présentent une marge de variation très étendue, et cette constatation est en faveur d'un rôle essentiel de ces composés dans le métabolisme lipidique. Ceci ne doit pas nous étonner car les hibernants pendant des mois, vivent pratiquement sur les réserves de graisses qu'ils accumulent avant le sommeil hibernal. On sait d'ailleurs que le quotient respiratoire en hibernation est voisin de 0,7 (KAYSER, 1952), ce qui est un indice de combustion exclusive de lipides. Donc, chez ces animaux, l'utilisation des lipides est capitale, et ils doivent être capables de les métaboliser rapidement dans certaines

conditions, telles que le réchauffement. C'est pourquoi il est sans doute favorable que plusieurs constituants lipidiques se trouvent dans les tissus des hibernants à des concentrations plus élevées que chez d'autres espèces animales. Néanmoins, les phénomènes fondamentaux doivent être les mêmes chez les hibernants et les autres animaux. Ces faits confirment singulièrement l'importance des esters de cholestérol hépatique et des phospholipides plasmatiques sans compter les acides gras libres dans certains types de mobilisation lipidique.

Les publications concernant l'analyse des tissus d'animaux hibernants par chromatographie en phase gazeuse qui nous ont été accessibles, ne fournissent que de rares données qui seront confrontées avec les nôtres. La majorité des travaux est relative à l'étude de certains tissus chez les Mammifères non hibernants (rat, cobaye, lapin).

Le plasma des lérots contient 6 acides gras détectables dans les conditions où nous avons expérimenté. DAVIS et Mc CARTHY (1965) ont mis en évidence dans le sérum de la marmotte les mêmes acides à l'exception de l'acide palmitoléïque qui est absent. L'acide palmitique se trouve à un taux comparable chez les deux espèces alors que de nombreuses différences apparaissent dans la répartition des autres acides. Chez d'autres rongeurs non hibernants, MICHEL et TRUCHOT (1962) chez le rat, AMPLIS (1964) chez le lapin et OSTWALD et SHANNON (1964) chez le cobaye, notent la présence des 6 acides que nous signalons dans le plasma du Lérot mais leur répartition n'est pas la même. Ces différences interspécifiques se retrouvent aussi dans les pourcentages d'acides gras dans les fractions lipidiques. Dans le sérum de rats, l'acide arachidonique est surtout important dans les esters de cholestérol (MICHEL et TRUCHOT, 1962) alors que l'on note uniquement sa présence dans les phospholipides plasmatiques du Lérot. Ce dernier résultat est en accord avec le travail d'OSTWALD et SHANNON (1964) chez le rat. Mais ces auteurs signalent la présence de teneurs élevées en acide linoléique dans les trois fractions lipidiques alors que chez le Lérot c'est l'acide oléique qui prédomine.

La confrontation de nos résultats relatifs au foie avec ceux des auteurs précédents et de BIRAN et coll. (1964) conduisent aux mêmes conclusions que pour le plasma. Toutes ces différences observées dans la répartition des constituants lipidiques doivent être liées au régime alimentaire donc à la nature des dépôts de ré-

serve . On peut aussi envisager des actions différentielles possibles au niveau de la mobilisation et de l'utilisation des acides gras d'autant plus importantes que le métabolisme de l'animal dépendra en grande partie des lipides des réserves ;c'est d'ailleurs le cas pour notre animal d'expérience pendant l'hibernation.

c) Lipides du coeur

Nous n'avons pas relevé dans la littérature de données relatives aux composés lipidiques du coeur chez les animaux hibernants. Les valeurs signalées chez le rat (OLSON et HOESCHEN 1967) et le cobaye (YAMANAKA et OSTWALD 1968) pour les acides gras totaux et le cholestérol total du muscle cardiaque sont assez proches de celles du Lérot mais celles relatives au phosphore lipidique sont inférieures. L'augmentation significative de ces composés (acides gras totaux, phosphore lipidique) pendant la léthargie hibernale, plaide en faveur de leur importance dans le métabolisme du tissu cardiaque. Sur ce point nous rejoignons les conclusions de SHIPP et coll. (1965) dont les résultats suggèrent une utilisation de lipides comme combustible dans le muscle cardiaque de rat en hypothermie.

En ce qui concerne la répartition des acides gras dans le tissu cardiaque ce qui est surtout frappant c'est le pourcentage élevé de l'acide oléique dans les triglycérides qui représente 60 à 70 % contre 35 % chez le lapin (SHABANOVA, 1965), 30 % chez le rat, (OLSON et HOESCHEN, 1967) et 25 % chez le cobaye (YAMANAKA et OSTWALD, 1968). La comparaison des répartitions des acides gras dans la fraction des phospholipides du coeur de Lérot avec les autres espèces citées plus haut, ne met pas en évidence de variations très importantes à l'exception de celle qui porte sur l'acide arachidonique dont le pourcentage peut dépasser 15 % chez le rat contre 6 % chez le Lérot.

d) Lipides du tissu adipeux

La composition biochimique de la graisse brune du Lérot diffère nettement de celle du tissu adipeux blanc. Sa teneur en acides gras totaux varie en moyenne entre 17 et 30 g p.100 g de tissu frais contre 55 à 80 g % dans la graisse périrénale.

De plus le tissu adipeux brun est beaucoup plus riche en phosphore lipi-

dique et en cholestérol total. Les valeurs que nous rapportons font penser davantage à un tissu ayant un métabolisme lipidique actif, comme le foie, qu'à un tissu de réserve comme la graisse blanche. Ces remarques sont en accord avec les données bibliographiques où l'on peut constater que la graisse brune comparée au tissu adipeux blanc est plus riche en mitochondries (JOEL, 1965 ; FAIN et coll. 1967) en cytochromes et en coenzyme Q (JOEL, 1965) en glycérokinase (TREBLE et BALL, 1963) et en glycogène (JOEL, 1965). De plus la graisse brune renferme beaucoup plus de noradrénaline (STOCK et WESTERMANN, 1963). La teneur en lipides du tissu adipeux brun est plus faible chez les hibernants que chez les homéothermes. Nos résultats relatifs au Lérot (AMBID et AGID, 1969), ceux de SMALLEY (1963) chez Citellus tridecemlineatus sont inférieurs à ceux trouvés par CHAVYARDJIAN (1964) et BERLAN (1969) chez le rat. Cependant de nombreuses contradictions concernant la composition de ce tissu signalées par JOHANSSON (1959) proviennent des conditions ambiantes et de l'état physiologique de l'animal. Nous verrons plus loin les changements nets et rapides qui peuvent intervenir au cours du processus du réchauffement (AGID et AMBID, 1970).

Les compositions des acides gras des tissus adipeux brun et blanc que nous observons pendant l'hibernation sont comparables pour les deux tissus. De plus le pourcentage des acides gras monoinsaturés est plus important que dans le plasma, le foie et le coeur. Ce dernier point est en accord avec les données antérieures de RONDINI et coll. (1962), POPOV (1963), SMALLEY et DRYER (1967). Pendant la vie active la graisse brune du Lérot contient moins d'acide oléique que la graisse blanche. Ceci rappelle les résultats obtenus chez la souris (SPENCER et coll. 1962), le rat (CHALVARDJIAN, 1964), la chauve souris (PAULSRUD et DRYER, 1968) et le hamster (WILLIAMS et PLATNER, 1967).

2 - Evolution saisonnière des lipides tissulaires

a) Lipides hépatiques et plasmatiques

Nous n'avons pas trouvé de références concernant le Lérot, mais quelques auteurs ont examiné les lipides tissulaires d'autres hibernants en se limitant aux valeurs au cours de l'hibernation et de la vie active. En ce qui concerne les lipides hépatiques les taux signalés sont plus élevés en hiver que pendant l'été (WEIN-

LAND, 1907 ; MUSACCHIA et WILBER, 1951 ; WEILL et KAYSER, 1957 ; KONTTINEN et coll. 1964). L'examen des références bibliographiques qui nous ont été accessibles, montre que les lipides plasmatiques ont été très peu étudiés. Chez le hérisson il y a une augmentation des lipides totaux (BIORCK et coll. 1956) des esters de cholestérol (SUOMALAINEN, 1960) et des phospholipides (KONTINEN et coll. 1964) pendant l'hibernation. Chez un Spermophile (Citellus tridecemlineatus) GALSTER et coll (1966) ont montré que les taux des lipides totaux du sang sont minima au printemps et maxima en automne. Tous ces résultats rappellent ceux que nous avons décrits chez le Lérot. Cependant nous n'avons vu nulle part signalé de balancement entre la lipémie et la teneur en acides gras du foie lors du réveil vernal comme c'est le cas chez notre animal. Ce balancement entre les lipides du foie et du sang peut être interprété comme une mobilisation de lipides en vue d'une utilisation importante chez les lérots qui reprennent une activité considérable. Après le réveil et pendant la vie active les animaux s'alimentent copieusement et la prise de nourriture reste adaptée aux besoins énergétiques. On voit alors la composition du foie se rapprocher de celle des autres rongeurs. Nous pourrons fournir une interprétation plus complète lorsque nous serons en possession des résultats relatifs aux effets du jeûne.

b) Lipides du coeur

Schématiquement, l'évolution que nous avons décrite pour les constituants lipidiques du coeur, nous a montré que pendant toute la durée du sommeil hibernal les acides gras totaux ont tendance à s'accumuler dans le coeur. On note aussi un pourcentage plus élevé d'acides insaturés en Mars par rapport à Décembre. Pour l'instant nous ne sommes pas en mesure d'interpréter ce résultat. Aucune référence relative à ce problème nous a été accessible.

c) Lipides de la graisse brune

On observe dans ce tissu une évolution saisonnière des acides gras totaux aussi bien sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif. Des changements saisonniers dans les taux des constituants lipidiques ont été signalés chez le hérisson (ZIRM, 1956; KONTTINENet coll, 1964), la chauve souris (REMILLARD, 1958) mais pas chez Citellus lateralis (SPENCER et coll. 1966). Chez le Lérot les varia-

tions au cours du cycle annuel sont en relation d'une part avec le rôle joué par la graisse brune à l'occasion de chaque réveil périodique (AMBID et coll. 1971) et d'autre part avec l'état nutritionnel de l'animal ce qui sera traité dans les prochains chapitres.

chapitre III

LES REVEILS PERIODIQUES

Nous avons déjà admis comme plusieurs auteurs qu'il y avait lieu pour interpréter les données biochimiques pendant l'hibernation, de distinguer soigneusement les états d'hypothermie et les courtes périodes d'homéothermie, distinction qui permet déjà d'éliminer un certain nombre d'irrégularités. En effet plusieurs paramètres biochimiques différent radicalement selon les deux états considérés à la période d'hibernation. Mais cette distinction reste encore insuffisante, car l'étude de l'endormissement et du sommeil hypothermique fait apparaître des modifications qui sont progressives et par ailleurs, pendant la brève période du réchauffement des animaux, on peut saisir des changements très rapides présentant une évolution caractéristique pour les divers substrats tissulaires examinés. Enfin, corrélativement plusieurs glandes endocrines présentent des changements d'activité parfois très importants et rapides qu'il est souhaitable de confronter avec les observations biochimiques.

Nous avons été amenés ainsi à suivre cette évolution dans le temps, d'heure en heure assez souvent et parfois même en fonction d'intervalles beaucoup plus courts (quelques minutes) lorsque les changements étaient très rapides. Dans ces phénomènes la température ambiante joue un rôle remarquable car elle influence la vitesse des réactions et la fréquence des réveils spontanés.

Dans la première partie de ce chapitre nous analyserons les résultats relatifs aux variations chronologiques des composés glucidiques et lipidiques au cours de l'endormissement, de la période de sommeil et du réchauffement. Les résultats relatifs aux lipides nous ont incité à entreprendre une étude plus particulière du tissu adipeux brun pour en permettre une meilleure interprétation et ces recherches seront exposées dans la deuxième partie de ce chapitre, la discussion sur l'évolution des composés lipidiques pouvant alors être envisagée avec plus de fruit.

première partie

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES AU COURS DE L'ENDORMISSEMENT ET DU RECHAUFFEMENT PERIODIQUES : _ influence de la température et corrélations endocrines.

I - L'ENDORMISSEMENT

A - Variations des composés glucidiques

B - Variations des composés lipidiques

C - Rôle de la température ambiante

II - LES RECHAUFFEMENTS PERIODIQUES

A - Evolution des constituants glucidiques

B - pH et gaz du sang

C - Evolution des constituants lipidiques

D - Modifications histologiques du système endocrinien au cours des réveils périodiques

III - DISCUSSION CONCERNANT LES MODIFICATIONS GLUCIDIQUES

A - L'endormissement

B - Le réchauffement

I. - L'ENDORMISSEMENT

Pour cette étude, les lérots étaient placés sur actographe et leur activité surveillée de façon rigoureuse. Les animaux privés de nourriture, hibernaient dans une chambre froide obscure dont la température ambiante était stabilisée à $6° \pm 1°C$. A l'origine de ce travail, nous avions expérimenté sur 20 lérots porteurs de canules aortiques destinées à faciliter les prises de sang dans les premières heures qui suivaient l'entrée en léthargie. Ces expériences nous ont fourni des résultats intéressants, mais trop souvent le simple fait de toucher la canule suffisait à accélérer le coeur et à provoquer le réveil des animaux et leur réchauffement spontané. C'est la raison pour laquelle nous avons poursuivi l'étude de l'endormissement en sacrifiant des lots de lérots à des temps variables de sommeil.

A - Variations des composés glucidiques

Nos résultats analytiques relatifs à des groupes comportant 68 lérots sont consignés dans les tableaux n° 51 et 52.

L'endormissement s'accompagne d'une hypoglycémie progressive, relativement lente, d'allure exponentielle (fig. n°27); les valeurs les plus basses de l'ordre de 20 mg p. 100 ml étant atteintes peu avant le réveil. Les taux plasmatiques d'acide lactique et pyruvique, respectivement de 77 et 2,15 mg p. 100 ml enregistrés chez les animaux réveillés, diminuent et s'établissent à 4 et 0,38 mg p. 100 ml dès les premières heures de léthargie, et ces valeurs se maintiennent pendant toute la durée du sommeil. Le glycogène des tissus, reconstitué avant l'endormissement, se maintient à des valeurs moyennes relativement constantes. Le taux de glycogène dans le foie paraît stabilisé au cours du sommeil hypothermique puisque nous trouvons des taux de l'ordre de 2 g p. 100 g frais au début de l'endormissement contre 1,5 g % en moyenne après 11 jours de sommeil (fig. n° 27). La différence n'étant pas significative. La différence n'apparaît même plus lorsque les résultats sont exprimés en valeur absolue, c'est-à-dire en mg p. 100 g de poids corporel. Pour le glycogène du muscle cardiaque, nous trouvons une valeur moyenne de 793 mg p. 100 g chez 6 lérots en début de sommeil contre 636 mg p. 100 g chez les 6 animaux autopsiés après trois jours de sommeil hypothermique en début de la phase hibernale. Les mêmes expériences furent reprises en fin d'hibernation

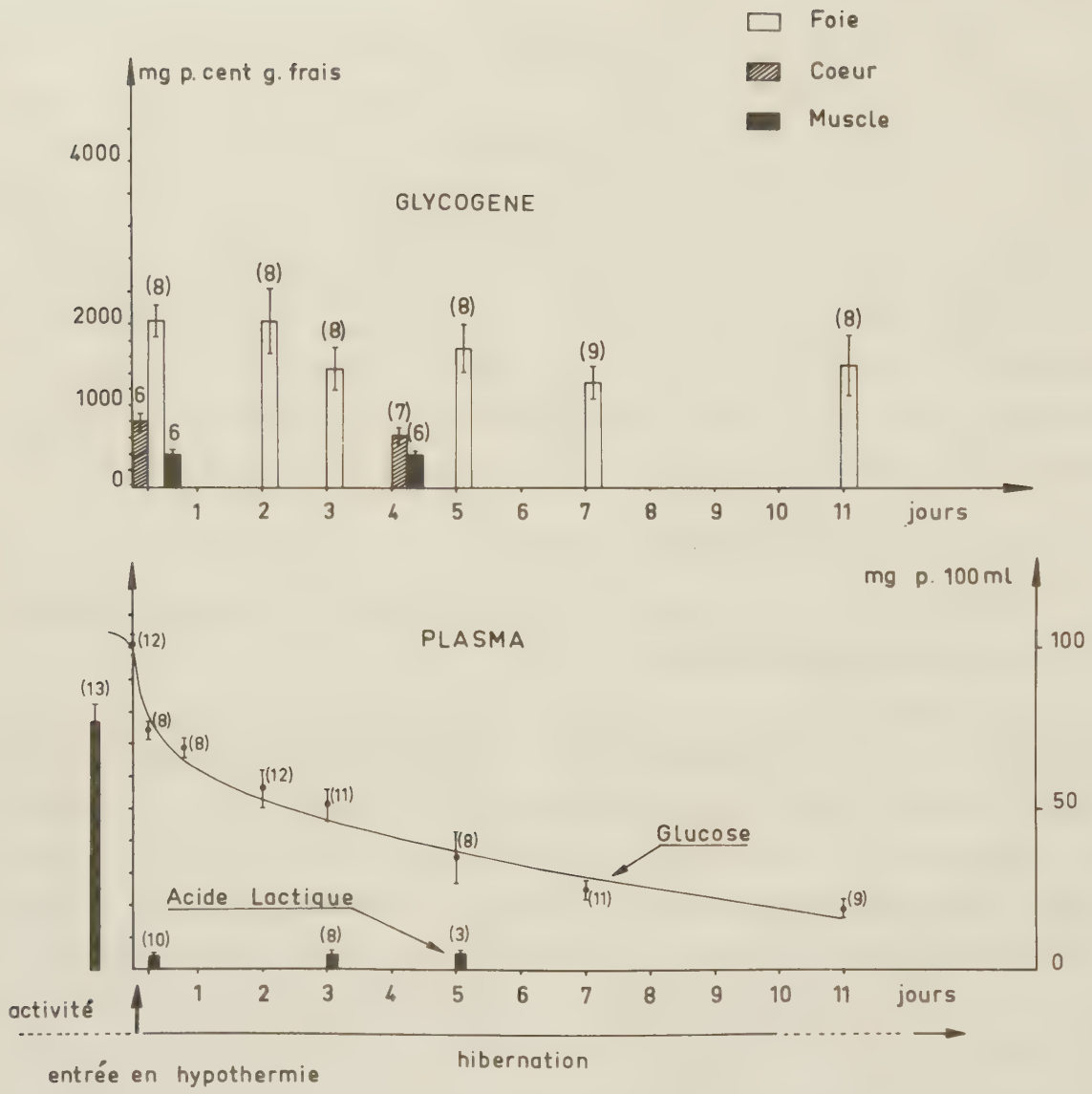


Figure n°27- Evolution de quelques constituants glucidiques dans les tissus du Lérot hibernant à 6°C.
Nous faisons figurer la valeur moyenne, l'erreur standard à la moyenne et le nombre d'animaux dans chaque cas. Remarquer l'hypoglycémie progressive alors que les taux de glycogène dans les tissus paraissent stabilisés.

et nous enregistrons alors des valeurs moyennes de 704 mg p. 100 g chez 4 animaux en début de sommeil contre 716 mg p. 100 g chez 5 animaux après cinq jours de léthargie. On voit donc que pendant la phase d'hypothermie le glycogène cardiaque est stable.

En ce qui concerne le glycogène du muscle squelettique de la patte antérieure du Lérot, nous avons enregistré les valeurs suivantes :

Epoque	Etat des animaux	glycogène mg p. 100 g frais
DECEMBRE	début de sommeil	396 ± 53 (6)
	après 3 jours de sommeil	384 ± 38 (6)
AVRIL	début de sommeil	416 ± 77 (4)
	après 5 jours de sommeil	609 ± 130 (5)

Le glycogène du muscle squelettique semble plus abondant en fin d'hibernation, les différences entre le début de l'endormissement et la période de sommeil qui lui succède n'étant pas significatives.

En résumé, chaque endormissement amène, en toutes saisons, une chute glycémique progressive d'abord rapide puis lente. L'analyse des cas individuels correspondant aux animaux sacrifiés dans les toutes premières heures de l'endormissement semble indiquer que la diminution du taux du glucose plasmatique ne se manifeste qu'après la chute du métabolisme de l'hibernant.

B - Variations des composés lipidiques

Les taux des constituants lipidiques dans le plasma d'animaux endormis à 6°C (groupes 2, 5, 10 et 13 des tableaux n° 10 à 13) ne présentent pas de variation à l'occasion de l'endormissement et pendant la durée du sommeil. L'analyse des cas individuels dans chacun des lots étudiés, met en évidence une dispersion importante dans les valeurs, sans rapport avec le temps passé en hypothermie.

En ce qui concerne les lipides hépatiques on trouve des valeurs élevées

aussi bien au début qu'à la fin de la phase de sommeil (groupes 3, 8 et 11 des tableaux n° 21 à 23). Dans le cas des tissus cardiaques (groupes 3, 9 et 11 des tableaux n° 27 à 29) et adipeux brun (groupes 2 et 8 des tableaux n° 33 et 34) nous aboutissons aux mêmes conclusions que précédemment, c'est-à-dire que les composés lipidiques ne présentent pas de variation.

En définitive aucune variation dans les taux des constituants lipidiques dans les quatre tissus étudiés, ne se produit pendant la durée du sommeil. Dans une étude antérieure où nous n'avions pas tenu compte de la température ambiante il nous avait semblé qu'il existait un rythme inverse dans les variations des acides gras totaux plasmatiques et hépatiques (AMBID 1964) pendant la durée de l'hypothermie. Mais en réalité ces interprétations cessent d'être confirmées si l'on prend en considération la température d'hibernation, qui a un effet propre sur les taux de certains métabolites étudiés comme nous le montrerons dans la suite de cet exposé.

C - Rôle de la température ambiante

Pour cette série d'expériences, nous avons utilisé 140 lérots placés sur actographe, à la température ambiante de 15°C, le protocole expérimental étant identique à celui utilisé pour les lérots hibernant à 6°C.

1 - Evolution de la glycémie et du glycogène hépatique au cours de l'endormissement du Lérot à 15°C.

Nous avons suivi chez quatre lérots porteurs de canules aortiques les modifications relatives aux taux de glucose plasmatique, au cours des 60 premières heures de sommeil (fig. n° 28). On observe une diminution progressive d'allure exponentielle de la concentration de ce métabolite mais ce qui est frappant, c'est que la chute observée est manifestement plus rapide à 15°C qu'à 6°C. Pour les raisons techniques signalées précédemment, nous avons poursuivi notre étude sur des lots d'animaux. Les résultats analytiques relatifs à 49 lérots sont consignés dans les tableaux n° 58 et 59. La figure n° 29 représente l'évolution des valeurs moyennes relatives à trois constituants glucidiques. On note, toujours en fonction de la durée du sommeil, un abaissement du taux du glucose plasmatique qui passe en moyenne de 54 mg p. 100 ml après six heures de sommeil à 19 mg %

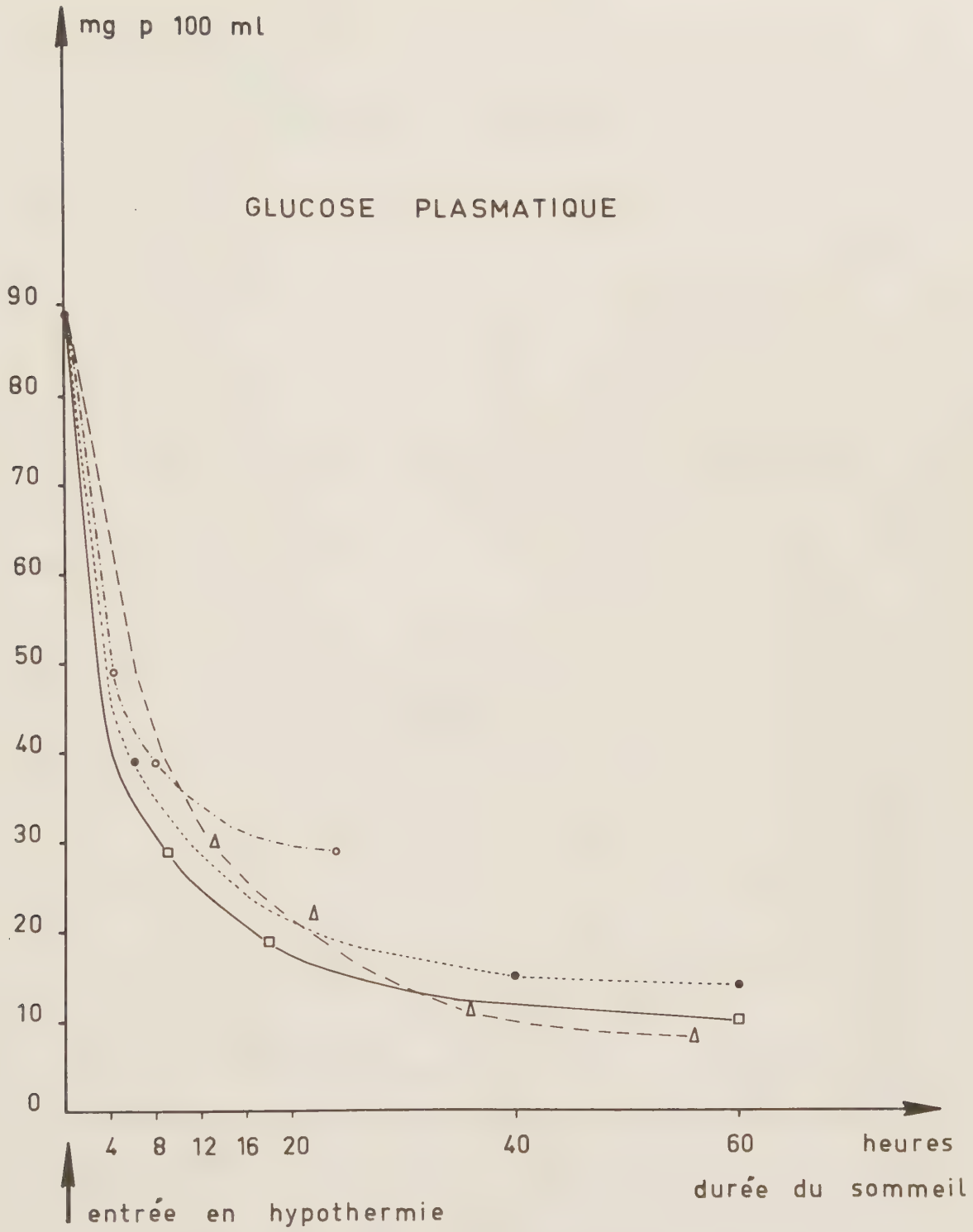


Figure n°28- Evolution du taux du glucose plasmatique au cours de l'endormissement à 15°C, chez quatre lérots porteurs de canule aortique .
Remarquer la diminution très marquée de la glycémie dans les premières heures de sommeil.

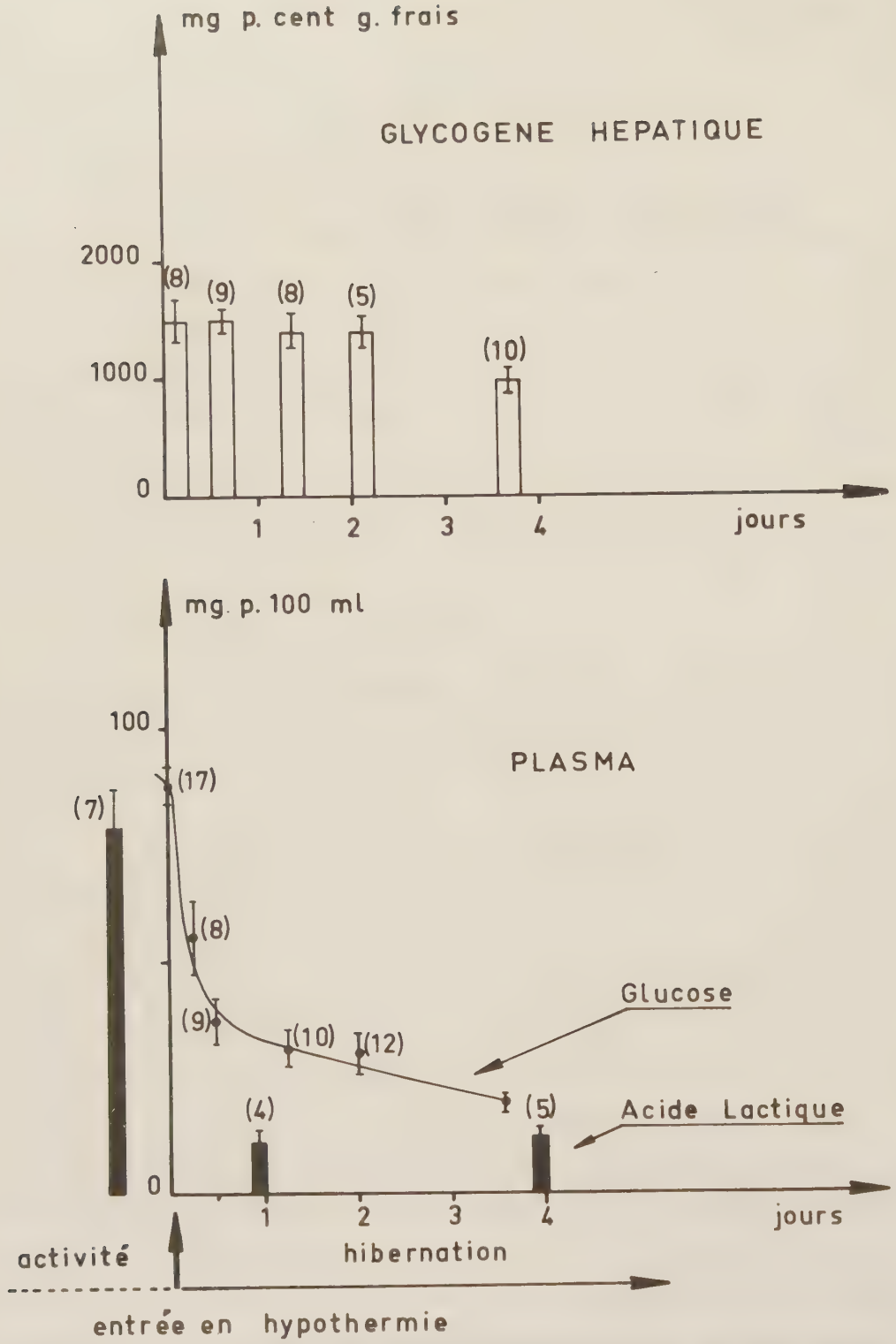


Figure n°29- Evolution de quelques constituants glucidiques dans les tissus du Lérot, en fonction de la durée du sommeil à 15°C.
Remarquer que la chute glycémique est plus accentuée à 15°C qu'à 6°C.

après 85 heures d'hypothermie. D'autre part, cet abaissement se caractérise par une vitesse plus grande à 15°C qu'à 6°C. Ainsi les valeurs basses de l'ordre de 20 mg % obtenues après quatre jours de sommeil à 15°C ne s'observent qu'après le dixième jour d'hypothermie lorsque les animaux sont maintenus à 6°C. Il est donc clair que la chute glycémique contemporaine de la léthargie hibernale est d'autant plus rapide que la température ambiante est plus élevée.

Par ailleurs, le taux d'acide lactique plasmatique très élevé chez les animaux en période de réveil (79 mg p. 100 ml) s'effondre dès le début de l'endormissement (11 mg %) et se maintient à ce niveau pendant toute la phase de sommeil. Ainsi, trouvons nous 11 mg % en moyenne d'acide lactique chez 4 lérots endormis depuis 24 heures et 12 mg % chez 5 lérots après quatre jours d'hypothermie à 15°C. Remarquons également que le taux d'acide lactique du sang présente des valeurs plus élevées pour une température corporelle de 15°C que pour 6°C ou la lactacidémie n'est que de 6 mg %.

En ce qui concerne le glycogène hépatique, déjà reconstitué à la fin de la période d'activité qui succède au réveil, il ne paraît pas varier pendant l'endormissement. La diminution en concentration de ce métabolite, observée après 85 heures de sommeil (fig. n° 29) disparaît si les résultats sont exprimés en mg p. 100 g de poids corporel. Ce fait est dû aux variations du rapport poids du foie/poids du corps

Dans ces conditions, les taux de glycogène après 12 heures et 85 heures de sommeil sont analogues, soit 38 et 38,5 mg p. 100 g de poids corporel.

Enfin, le tableau ci-après montre clairement qu'à la température de 15°C les taux du glycogène hépatique se stabilisent à des niveaux plus bas pendant l'endormissement et le sommeil hypothermique.

En conclusion, l'effet de la température d'hibernation sur les taux des trois métabolites étudiés est manifeste. Ainsi la chute glycémique observée lors de l'endormissement est plus rapide lorsque la température ambiante est elle-même plus élevée.

D'autre part, le taux d'acide lactique est plus élevé dans le plasma d'animaux hibernant à 15°C. Enfin, le glycogène hépatique est plus abondant chez les lérots hibernant à 6°C.

Evolution du glycogène hépatique au cours de la période de sommeil à deux températures ambiantes (6°C et 15°C). Le nombre d'animaux est indiqué (.)

6°C			15°C		
Glycogène mg p. 100 g de poids corporel		durée de sommeil	Glycogène mg p. 100 g de poids corporel		durée de sommeil
54	(7)	20 heures	32	(8)	6 heures
56	(8)	48 heures	38	(9)	12 heures
45	(8)	72 heures	39	(10)	30 heures
56	(8)	5 jours	38	(10)	85 heures
36	(9)	7 jours			
42	(8)	11 jours			

Le rôle manifeste de la température se retrouve d'ailleurs de manière encore plus frappante si l'on effectue la même étude sur les lérots qui tombent en hypothermie pendant la période estivale

2 - Effet de la température ambiante sur les taux de glucose plasmatique et de glycogène hépatique chez les lérots hypothermiques pendant la période estivale

Pendant le mois de Juillet, nous avions observé des cas d'hypothermie spontanée pour des températures ambiantes comprises entre 17°C et 28°C. Les durées de torpeur étaient de 2 à 48 heures et la glycémie variait entre 90 et 15 mg % selon la durée du sommeil et la température ambiante. Puisque nous venons de voir que pendant l'hibernation la chute glycémique caractéristique de l'endormissement était fonction de la température ambiante nous nous sommes demandés si la même relation pouvait être retrouvée dans le cas des animaux tombant en hypothermie à la période d'estivation. Pour ce faire, il nous fallait des valeurs de références obtenues chez des animaux endormis à 6°C. Or, on peut induire l'hypothermie chez le Lérot à n'importe quel stade du cycle annuel en plaçant l'animal à 6°C. Ainsi nous avons sacrifié 5 lérots endormis à la chambre froide (6°C) depuis 4 à 48 heures au mois de Juillet. Ces derniers avaient à leur disposition une nourriture fraîche et abondante. Dans ce cas, le taux du glucose plasmatique était de l'ordre de 72 mg %(tableau ci-contre). Or, pour des durées de sommeil compara-

époque	état des animaux	durée du sommeil en h.	température rectale	glucose plasmatique mg p. 100 ml	glycogène du foie g p. 100 g frais
juillet	nourris	2 - 48	17° - 28°C	43 $\pm$ 8 (9)	2,8 $\pm$ 0,9 (8)
juillet	nourris	4 - 48	6°C	72 $\pm$ 8 (5)	4,8 $\pm$ 1,9 (5)

le nombre d'animaux est indiqué entre parenthèses.

bles, nous avons enregistré un taux moyen de 43 mg % chez des animaux en hypothermie spontanée à une température ambiante beaucoup plus élevée et à la même époque.

Dans ces conditions, nous pouvons affirmer que pour une même durée de sommeil, le niveau glycémique du Lérot hypothermique est sous la dépendance de la température ambiante, quelque soit la saison, et que l'hypothermie soit naturelle ou expérimentale.

Cet effet notable de la température nous l'avons aussi recherché en comparant les taux des constituants lipidiques tissulaires chez des lérots hibernant soit à 15°C soit à 6°C.

3 - Effet de la température ambiante sur les taux de quelques constituants lipidiques de tissus de lérots endormis

a) Plasma

Il s'agit de comparer les groupes 2 et 3, 5 et 9, 10 et 11, 13 et 14 des tableaux n° 10 à 13. On observe que pendant la première partie de l'hibernation la lipémie des animaux endormis à 15°C est inférieure à celle des lérots correspondants maintenus à 6°C. Les autres constituants lipidiques se rencontrent toujours à des concentrations comparables. L'étude de la répartition des acides gras totaux dans les extraits lipidiques du plasma, indique un pourcentage inférieur de l'acide oléique à 15°C par rapport à 6°C (36 % contre 46 %), l'acide palmitique représentant 27 % à 15°C contre 22 % à 6°C (tableau n° 36). Toutes ces différences chez les animaux hypothermiques disparaissent en Janvier, Février et Mars. Les résultats

synthétiques sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Etude des variations des acides gras totaux plasmatiques chez le Lérot en fonction de la température ambiante et de la saison (* significatif $P < 0,05$)

Epoque	Acides gras totaux plasmatiques en mg p. 100 ml	
	6°C	15°C
Octobre	945 ± 57 (17)	* 800 ± 32 (21)
Novembre et Décembre	806 ± 43 (5)	* 630 ± 57 (8)
Janvier et Février	665 ± 34 (17)	616 ± 33 (15)
Mars	755 ± 34 (17)	730 ± 63 (11)

b) Foie

Pendant toute la durée de l'hibernation les taux d'acides gras totaux dans le foie de lérots endormis à 15°C sont très inférieurs à ceux des animaux maintenus à 6°C. Si l'on compare les groupes 3 et 7, 8 et 9, puis 11 et 12 des tableaux n° 21 à 23 on constate que la température d'hibernation n'affecte pas les valeurs relatives au cholestérol total et au phosphore lipidique du foie. Seuls sont modifiés les taux des acides gras totaux, par conséquent celui des glycérides, et cela se traduit par certaines variations au niveau de la répartition des acides gras dans les extraits lipidiques totaux dans ce tissu. L'analyse des résultats relatifs aux groupes 8 et 9 du tableau n° 40 met en évidence une légère augmentation des acides gras monoinsaturés chez les animaux hibernant à 6°C, tendance qui se trouve renforcée en Mars lorsqu'on compare les groupes 11 et 12. En effet le pourcentage de l'acide oléique est de 59 % à 6°C contre 48 % à 15°C tandis que l'acide palmitique représente 19 % et 15 % du chromatogramme total respectivement à 15°C et 6°C (fig. n° 30).

La température d'hibernation la plus basse favorise donc la désaturation des glycérides hépatiques. Nous remarquerons que ces modifications en concentrations ne sont pas dues aux variations de la masse du foie puisque les valeurs du rapport Poids du foie/Poids du corps sont voisines dans chacun des lots.

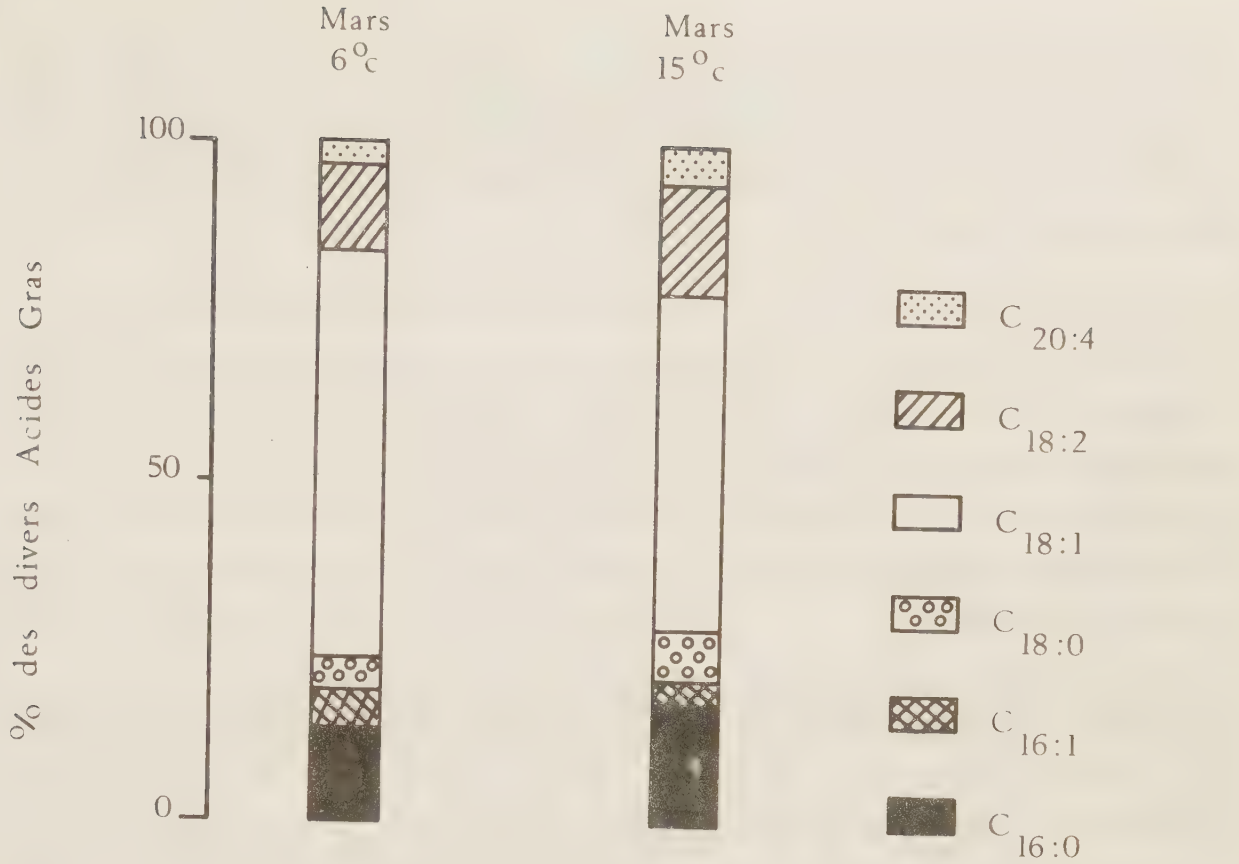


Figure n°30- Répartition des acides gras dans le foie de Lérot hibernant soit à 6°C soit à 15°C.
Noter dans ce dernier cas une augmentation des acides gras saturés.

Comparaison des taux moyens des acides gras totaux dans le foie de lérots endormis à deux températures ambiantes différentes (6°C et 15°C). Entre parenthèses le nombre d'animaux

Epoque	Acides gras totaux du foie en mg p. 100 g frais			$\frac{F}{C}$ x 100
Décembre	15°C	5105 ± 369	(15)	2,77
	6°C	9044 ± 988	(7)	2,78
Janvier et Février	15°C	4088 ± 388	(9)	2,87
	6°C	7646 ± 688	(10)	3,07
Mars	15°C	4280 ± 552	(11)	2,99
	6°C	8371 ± 659	(18)	2,95

c) Coeur

Malgré le grand nombre d'analyses portant sur le tissu cardiaque (groupe 3 et 7, 9 et 10, 11 et 12 des tableaux n° 27 à 29) il n'a pas été possible de mettre en évidence un effet de la température ambiante sur les taux des constituants lipidiques dans ce tissu.

d) Tissu adipeux brun

La graisse brune chez les animaux hibernants est un lieu de production de chaleur très importante au moment du réchauffement de l'animal. La source énergétique reposant principalement sur les réserves lipidiques, il était intéressant d'étudier les taux de quelques constituants lipidiques chez des lérots endormis à deux niveaux thermiques différents. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Etude des variations de quelques constituants lipidiques dans la graisse brune du Lérot hibernant soit à 6°C, soit à 15°C. Entre parenthèses le nombre d'animaux

Epoque	température ambiante	acides gras totaux g p. 100 g frais	cholestérol total mg p. 100 g frais	phosphore lipidique mg p.100 g frais
Novembre et Décembre	6°C	29,6 ± 1,3 (6)	247 ± 14,6 (6)	167 ± 4 (6)
	15°C	20,6 ± 1,5 (5)	244 ± 5,7 (5)	188 ± 3,6 (5)
Mars	6°C	24 ± 0,7 (17)	238 ± 9,7 (17)	177 ± 3,7 (17)
	15°C	18,6 ± 0,5 (13)	241 ± 7,5 (13)	188 ± 4,1 (9)

On observe que le taux des acides gras totaux est significativement plus élevé à 6°C qu'à 15°C, les taux du cholestérol total et du phosphore lipidique se maintenant constants par ailleurs. Si l'on compare les groupes 2 et 6 puis 8 et 12 des tableaux n° 49 et 50, on note que les répartitions des acides gras dans les chromatogrammes d'acides gras totaux du tissu adipeux brun, sont comparables aux températures ambiantes de 6°C et de 15°C.

En définitive, la température d'hibernation affecte de façon différentiel-

le les taux tissulaires des constituants lipidiques étudiés. Seuls les acides gras totaux du foie, de la graisse brune et du plasma présentent des valeurs significativement plus basses à 15°C qu'à 6°C. Pour le tissu cardiaque nous n'avons pas noté de différence.

II - LES RECHAUFFEMENTS PERIODIQUES

L'étude de l'endormissement a facilité notre travail lorsque nous avons abordé le problème des réveils périodiques. En effet il n'était pas facile de disposer au moment voulu d'un nombre suffisant d'animaux réveillés spontanément. Cette difficulté a été surmontée en provoquant le réveil chez des lérots ayant présenté des phases de sommeil sensiblement égales. Dans ces conditions nous pensons que nos lots expérimentaux étaient assez homogènes.

Nous avons décrit dans le chapitre I les modalités du réveil périodique chez le Lérot. Pour l'étude des modifications des composés glucidiques et lipidiques entraînées par le réchauffement spontané, nous avons utilisé soit des animaux porteurs de canule aortique, soit des lots comportant un grand nombre d'animaux (au total plus de 250 animaux ont été utilisés pour ces expériences). Dans le premier cas, utilisé principalement pour l'étude des variations glycémiques, les animaux étaient leurs propres témoins. Dans le second cas les lérots étaient choisis d'après les informations fournies par les enregistrements actographiques.

Tous nos résultats analytiques sont consignés dans les tableaux n° 53 à 57.

A - Evolution des constituants glucidiques

1 - Evolution des taux du glucose plasmatique chez des lérots porteurs de canules aortiques

Le réveil était provoqué par une légère stimulation (prise de la température rectale) et l'animal se réchauffait spontanément alors que la température ambiante était de 6°C $\pm$ 1°. La glycémie chez les 6 animaux de la figure n°31 baisse au cours des 45 premières minutes de réchauffement, passe par un minimum de

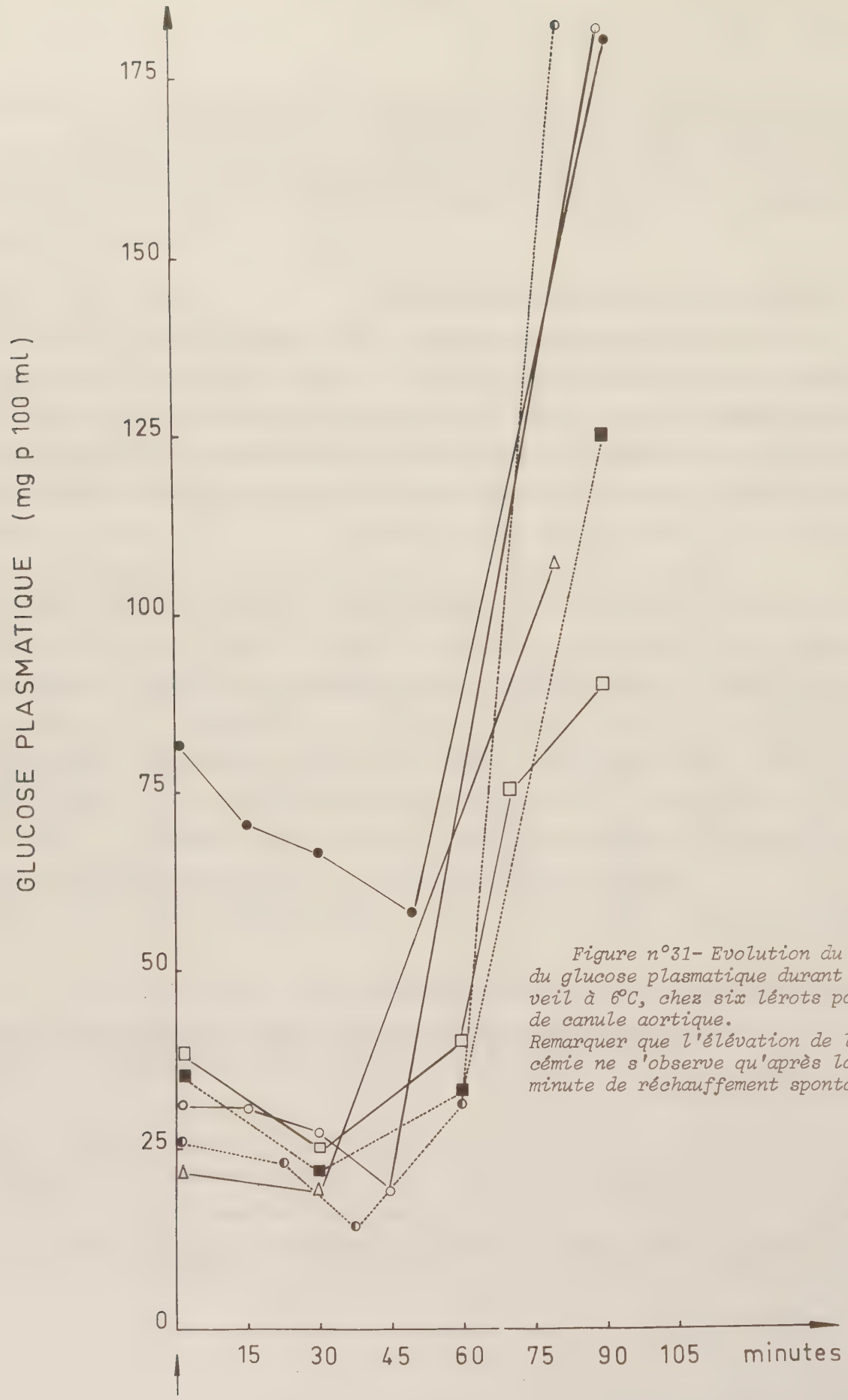


Figure n°31- Evolution du taux du glucose plasmatique durant le réveil à 6°C, chez six lérots porteurs de canule aortique.
Remarquer que l'élévation de la glycémie ne s'observe qu'après la 45ème minute de réchauffement spontané.

l'ordre de 20 mg % puis s'élève brutalement. En fin de réchauffement le taux du glucose plasmatique peut atteindre des valeurs voisines de 200 mg %. Nous pensons que ces dernières valeurs très élevées sont dues à l'état d'extrême activité de l'animal occasionné par la présence de l'expérimentateur lors du prélèvement sanguin.

2 - Evolution du taux de quelques constituants glucidiques dans le cas où l'expérimentation a porté sur des lots d'animaux

Les figures n° 32 et n° 33 résument l'ensemble des résultats

Comme dans les cas précédents, l'évolution de la glycémie montre d'abord une chute légère pendant 30 à 45 minutes, puis une hausse brutale jusqu'à des niveaux parfois très élevés, en relation avec la déplétion du glycogène hépatique qui se situe à cet instant. Nous ferons remarquer que dans le cas où les animaux ont dormi durant plusieurs jours et où le réveil a été provoqué non par une stimulation mécanique, mais en plaçant la cage dans une pièce à température plus élevée (tableau n° 53) la glycémie ne varie pratiquement pas pendant les 30 premières minutes, mais par la suite le sens de l'évolution est tout à fait comparable à ce que nous observions dans les cas précédents.

Par ailleurs, les taux d'acides lactique et pyruvique du plasma, très bas pendant l'hypothermie, s'élèvent dans les minutes qui suivent le déclenchement du réveil provoqué (tableau n° 57). Au fur et à mesure que se déroule le processus de réchauffement, les valeurs relatives à ces deux métabolites sont de plus en plus élevées et peuvent même atteindre des niveaux importants dans le cas de l'acide lactique (fig; n°32). Cette élévation des lactates dans le plasma est durable et se maintient jusqu'à l'endormissement qui survient au bout de 8 à 10 heures.

Parallèlement à ces variations importantes et rapides de la circulation des glucides, entraînées par chaque réveil périodique spontané ou provoqué, nous avons suivi l'évolution concomitante du glycogène dans le foie et les muscles cardiaque et squelettique. Chronologiquement, c'est au niveau du coeur que l'on observe la première déplétion et ceci dès la quinzième minute de réchauffement (fig. n°33) Elle sera suivie par une diminution du glycogène hépatique qui se situe en général 40 minutes après le début du réveil (toutefois, elle nous a semblé plus tardive dans

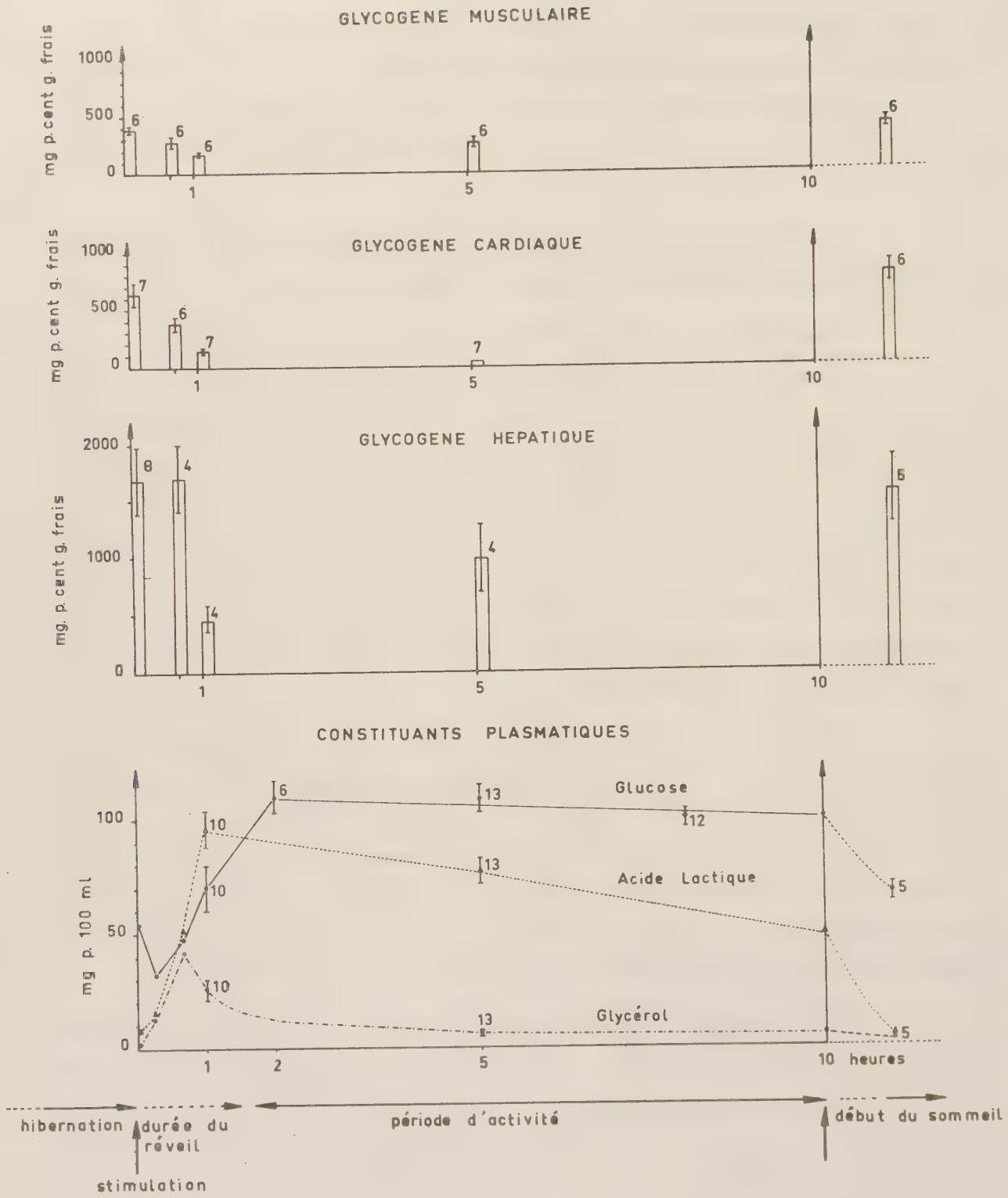


Figure n°32- Evolution de quelques constituants tissulaires chez le Lérot pendant le réchauffement et la période d'activité.
Cette figure a été établie à partir des résultats des tableaux n° 55 et 56. Chaque valeur moyenne est affectée de l'erreur standard à la moyenne et le nombre d'animaux est indiqué. Noter la vive hausse du lactate perceptible dans les premières minutes. Remarquer aussi la corrélation entre les taux de glycogène tissulaire et la glycémie.

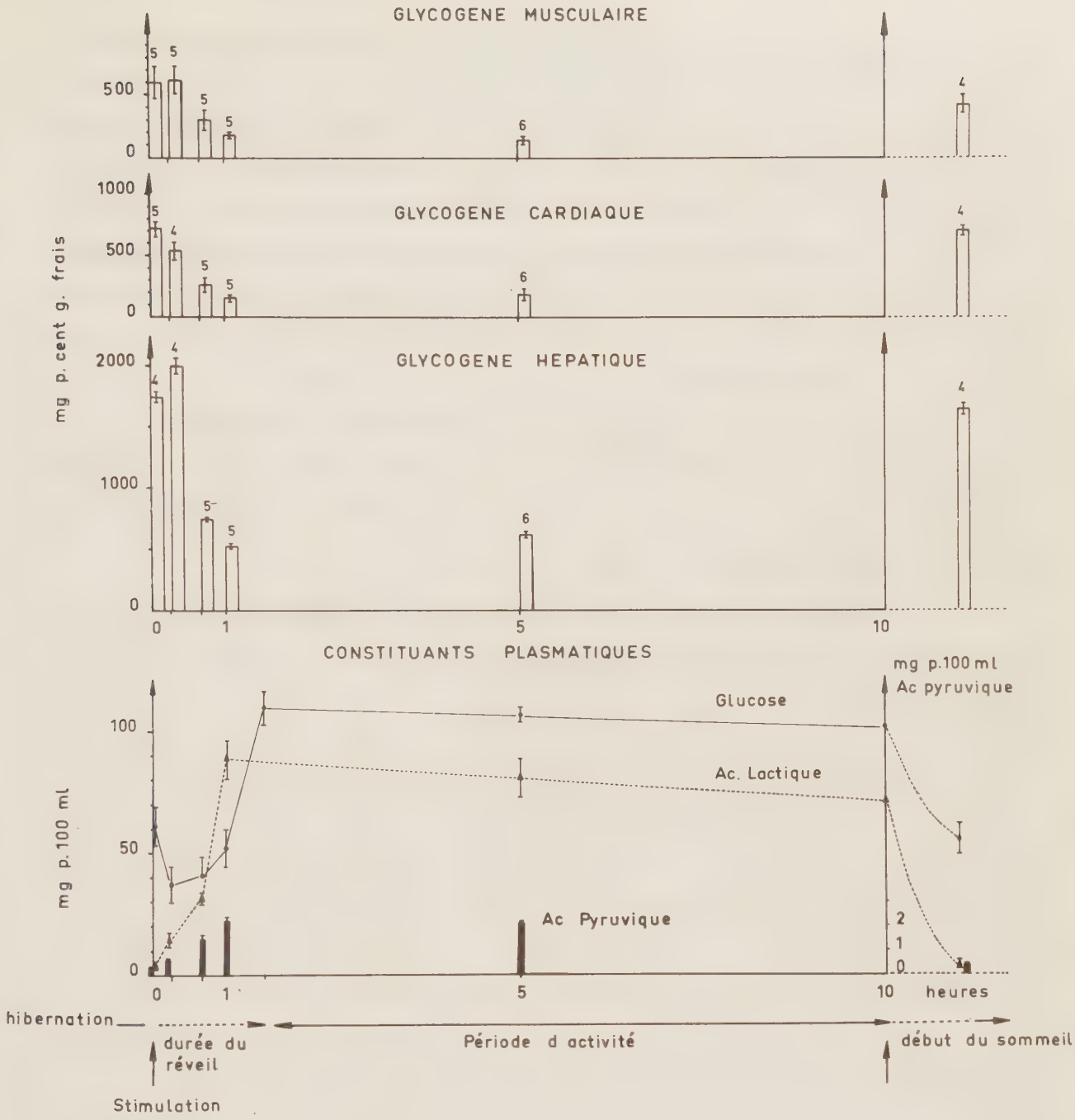


Figure n°33- Evolution du glucose, des acides lactique et pyruvique plasmatiques et du glycogène tissulaire au cours du réveil, chez le Lérot.
Pour les constituants plasmatiques le nombre d'animaux est indiqué dans le tableau n°57. Remarquer la diminution précoce du glycogène cardiaque.

le cas des expérimentations effectuées dans la première partie de la période d'hibernation, tableau n°55). A la fin du réchauffement, lorsque le Lérot a retrouvé son homéothermie les taux du glycogène dans les trois tissus étudiés sont très bas. Mais il est remarquable de constater que pendant les quelques heures de vie active qui précèdent la future période de sommeil, le glycogène hépatique et musculaire se reconstitue progressivement pour atteindre les valeurs habituelles caractéristiques de la léthargie hibernale, et ceci bien que les animaux ne s'alimentent pas. Toutefois, dans le cas du coeur, la réplétion du glycogène est plus tardive puisqu'elle ne se manifeste en fait qu'au fur et à mesure que s'installe l'hypothermie.

En effet, chez 5 lérots sacrifiés pendant l'entrée en hypothermie après 11 heures de réveil, nous avons trouvé les concentrations suivantes : 205 mg p.100 g, 292, 850, 1160 et 830 mg p.100 g alors que les températures rectales des animaux étaient respectivement de : 36°5, 35°, 19°5, 9°5 et 7°C.

Pendant la phase de réchauffement, nous avons dosé l'acide lactique dans le muscle cardiaque et squelettique et les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Etat des animaux	Acide lactique mg p.100 g frais	
	coeur	muscle
Endormis à 6°C	91 $\pm$ 9,5 (6)	85 $\pm$ 6,5 (6)
En cours de réveil	143,5 $\pm$ 14 (6)	124 $\pm$ 9 (6)
Réveillés	108 (3)	121 (3)

Nous enregistrons une augmentation significative de l'acide lactique dans les deux tissus étudiés au cours de la période de réveil.

En résumé, chaque réveil périodique spontané ou provoqué entraîne des variations importantes et rapides de la circulation des glucides : les taux d'acide lactique, puis d'acide pyruvique du plasma qui étaient négligeables s'élèvent soudainement pour atteindre en quelques minutes des valeurs de plus en plus élevées, parfois considérables pour l'acide lactique, et qui resteront élevées jusqu'à l'endormissement qui survient au bout de 8 à 10 heures. L'évolution de la glycémie

chez des animaux en réveil provoqué montre d'abord une chute légère pendant 30 à 45 minutes, puis une hausse brutale en relation avec la déplétion correspondante du glycogène hépatique. Le réchauffement entraîne aussi une diminution notable et plus précoce du glycogène du muscle et du coeur ainsi qu'une augmentation significative de l'acide lactique dans ces deux tissus. L'hypothermie qui succède aux quelques heures d'homéothermie et d'activité se caractérise par une diminution progressive de la glycémie et une stabilisation des autres glucides tissulaires étudiés, à des niveaux caractéristiques du sommeil.

Toutes ces modifications sont entraînées par le réveil d'animaux endormis à 6°C ; que se passe-t-il donc dans le cas où l'expérimentation porte sur des lérots hibernant à 15°C ?

3 - Evolution de la glycémie, de l'acide lactique plasmatique et du glycogène hépatique au cours des réveils provoqués à 15°C au lieu de 6°C.

Ces expériences ont été effectuées sur 89 lérots hibernant à 15°C. Dans ces conditions, une heure seulement après la stimulation, le Lérot retrouve son homéothermie au lieu de 1h. 30 à 2 h. à 6°C. Comme nous pouvons le constater sur la figure n° 34 les variations engendrées par le réchauffement ne sont pas tout à fait comparables à celles observées dans le cas des animaux en cours de réveil à 6°C. Ainsi la glycémie ne présente pas de diminution au cours des minutes qui suivent la stimulation et on passe d'une valeur moyenne de 24 mg % chez les animaux endormis à une valeur de 46 mg %, 15 minutes seulement après le déclenchement du réveil. L'élévation du taux du glucose plasmatique est par conséquent plus rapide à 15°C qu'à 6°C.

En ce qui concerne l'acide lactique plasmatique, l'élévation après le déclenchement du réveil est aussi plus précoce qu'à 6°C bien que moins spectaculaire. On constate enfin que le réveil entraîne une diminution du glycogène hépatique dès la vingtième minute de réchauffement au lieu de 40 minutes en moyenne à 6°C. Pendant les heures d'activité qui précèdent l'endormissement, on observe une reconstitution du glycogène dans le foie des lérots maintenus à 15°C tout comme à 6°C.

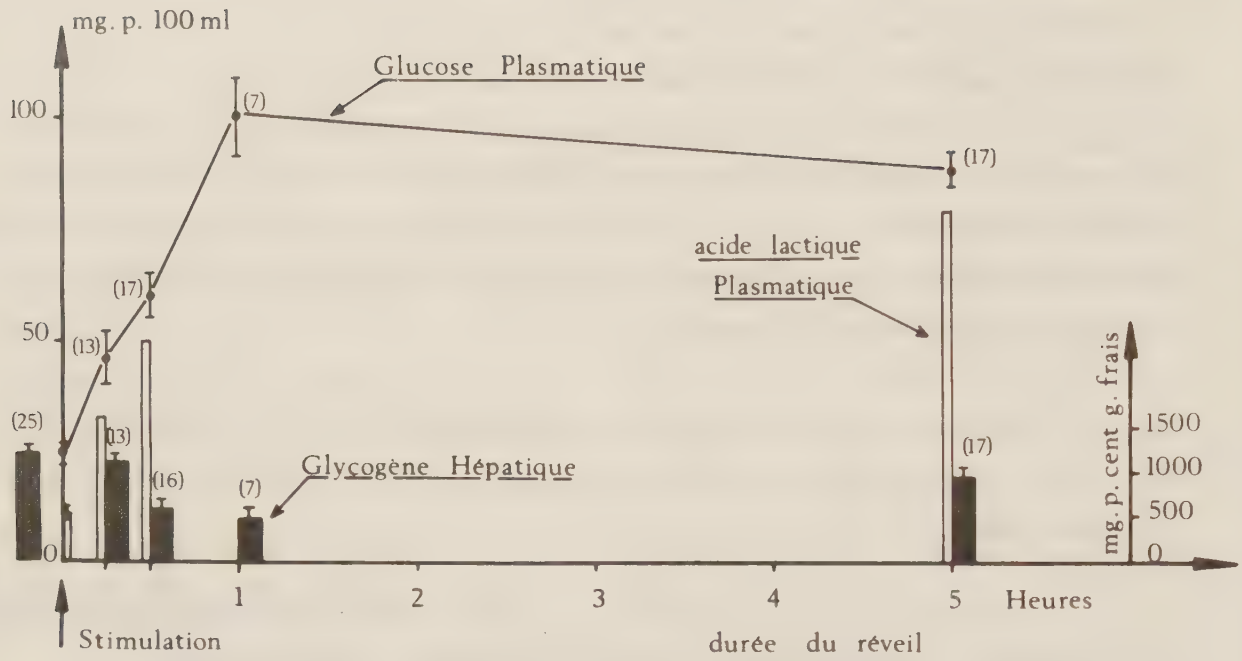


Figure n°34- Evolution de la glycémie, de l'acide lactique plasmatique et du glycogène hépatique au cours du réveil de lérots hibernant à 15°C.
Noter l'absence de diminution de la glycémie dans les premiers stades du réchauffement et l'augmentation moins importante de la lactacidémie.

En résumé, les modifications relatives au métabolisme glucidique observées chez les animaux en cours de réveil à 6°C, se retrouvent dans le cas des lérots qui hibernaient à 15°C. Les seules différences portent sur la vitesse et l'amplitude des modifications enregistrées. Enfin l'élévation glycémique cette fois n'est plus précédée par une baisse transitoire.

B - pH et gaz du sang

Les variations très importantes de la lactacidémie entraînées par le réchauffement spontané du Lérot nous a conduit à étudier le pH et les gaz du sang chez cet animal dans les différents états physiologiques qui se succèdent au cours du réveil.

Pour ces déterminations, les échantillons de sang étaient prélevés à l'abri de l'air sur des lérots porteurs de canule aortique , endormis à 6°C, en

cours de réchauffement puis actifs à la température du laboratoire.

Les pH furent déterminés à 38°C. Il eut été souhaitable de réaliser ces déterminations à la même température que celle de l'animal. Cependant, une revue de la bibliographie dans ce domaine permet de constater que la variation du pH en fonction de la température chez les animaux hibernants est de la forme $\Delta pH/\Delta T = 0,015$ (SIGGARD-ANDERSEN, 1962).

En supposant que le facteur de variation du pH en fonction de la température soit le même pour les lérots étudiés ici, nous pouvons corriger les différentes valeurs obtenues (tableau ci-après). Dans ces conditions, le pH du sang aortique chez les animaux endormis à 6°C serait en moyenne de 7,74, cette dernière valeur étant assez proche de celles signalées par SIGGARD-ANDERSEN (1962) pour la Chauve-souris hypothermique à 8°C et par GOODRICH et LYMAN (1971) chez la Marmotte. Le réchauffement entraîne une diminution du pH dont la valeur est de 7,44 pour une température rectale de 15°C et de 7,45 en fin de réveil. Enfin, chez des lérots maintenus éveillés à la température ambiante de 18°C depuis 8 à 24 heures la valeur moyenne du pH était de 7,36 (7 lérots).

En ce qui concerne les gaz du sang total, la concentration en CO_2 est élevée chez les animaux endormis à 6°C (65,2 vol % pour 6 lérots). Au cours du réchauffement, nous observons une diminution du CO_2 total chez les 7 animaux présentant une température rectale de 15°C (49,2 vol %). En fin de réveil, la valeur moyenne trouvée (56,75 vol %) est comparable à celle enregistrée chez les animaux actifs depuis 8 à 24 heures (57,1 vol %)

La teneur en oxygène est sensiblement analogue à celle des animaux endormis à 6°C, elle ne présente pas de variations notables en début de réchauffement, par contre en fin de réveil les valeurs trouvées sont basses (12,2 vol %). Pourtant, pendant la période d'activité qui survient après le réchauffement, les teneurs en oxygène sont encore plus faibles, de l'ordre de 10 %.

En résumé, en prenant en considération les pH corrigés, nous pouvons considérer que pendant le sommeil hibernal le pH et la teneur en CO_2 du sang sont élevés. Le réchauffement lors du réveil entraîne dans un premier temps, une diminution du pH et du CO_2 total, puis un abaissement très important beaucoup plus

pH et gaz du sang chez des lérots porteurs de canules aortiques, déterminés pendant le processus du réchauffement à 6°C.

N° Lérot	t° rectale	pH		CO_2 total		O_2
		mesuré à 38°C	corrigé	vol %	mM/l	vol %
111 T	7°	7,40	7,85	62,7	28,5	14,5
	15°	7,36	7,50	49,5	22,3	13
	37°	7,32		44,7	20,5	7,5
81 B	7°	7,30	7,75	62,5	28,2	18,1
	16°	7,22	7,37	50	22,6	17
	32°	7,29	7,33	57,5	26	11,6
	37°	7,32		47,9	21,8	12,4
282 C	7°	7,23	7,62	65,5	29,5	15,6
	16,5°	7,23	7,38	54	24,5	14,4
	32°	7,41	7,46	58,5	26,5	12
	37°	7,32		47	21,2	8
12 C	10°5	7,36	7,70	54	24,4	16,2
	15°	7,27	7,42	42	19	16,8
	30°	7,42	7,46	49	22,2	13
	37°	7,31		49	22,2	11
380 C	6°5	7,24	7,69	64	29	18
	15°	7,31	7,46	45	20,4	15
	33°	7,47	7,51	56	25,4	13,8
81 B	7°	7,41	7,85	63,5	28,8	14,5
	16°	7,35	7,50	48,2	21,8	13,8
	31°	7,39	7,43	57,5	26	10,4
	37°	7,37		51,5	23,3	10,1
82 B	6°5	7,34	7,79	73	33	16
	15°	7,33	7,48	56	25,4	17
	34°	7,46	7,50	62	28	13,6
	37°	7,33		50	22,6	10

tardif de la concentration en oxygène. En ce qui concerne ce dernier point, il est possible que cet état d'anoxie chez l'animal devenu homéothermique soit en relation avec l'agitation et l'intensité des contractions musculaires au moment du prélèvement, comme le suggère la valeur très élevée de la lactacidémie et la valeur basse du pH.

En conclusion les valeurs décrites sont étroitement fonction des conditions expérimentales en particulier de l'agitation désordonnée des animaux. Elles doivent donc être considérées avec circonspection ; on retiendra pourtant la diminution probable du pH qui est un signe d'acidose en bonne corrélation avec l'élévation de l'acide lactique. Quant aux valeurs très basses de l'oxygène chez les animaux actifs, elles sont probablement en relation avec une consommation tissulaire excessive entraînée par l'agitation des animaux. Cette agitation difficile à maîtriser rend délicate l'interprétation des résultats. Elle explique pour une part les différences qui existent dans les données rencontrées dans la littérature (LYMAN et HASTINGS, 1951 ; TWENTE et TWENTE, 1964 ; CLAUSEN, 1966).

C - Evolution des constituants lipidiques

Nous venons de voir que chaque réveil périodique spontané ou provoqué entraîne des variations importantes et rapides dans le renouvellement des glucides tissulaires. Nous avons recherché également si les taux des constituants lipidiques dans les quatre tissus étudiés (plasma, foie, coeur et graisse brune) étaient modifiés lors du réchauffement spontané.

1 - Evolution de quelques constituants lipidiques tissulaires au cours du réveil du Lérot à 6°C.

a) Plasma

Du fait de l'existence d'une évolution saisonnière des lipides plasmatiques (chapitre II) nous avons institué des séries expérimentales à différentes périodes pendant la léthargie hibernale. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

Composés lipidiques dans le plasma de lérots dans différents états physiologiques

Epoque	constituants lipidiques mg p. 100 ml	ETAT DES ANIMAUX			
		endormis à 6°C	en cours de réchauffement	réveillés	en cours de refroidissement
Novembre et Décembre	A. G. T.	806 ± 43* (5)	862 ± 43 (7)	776 (3)	880 ± 98 (5)
	C. T.	313 ± 23,5 (5)	358 ± 26 (7)	372 (3)	356 ± 38 (5)
	P. L.	26 ± 1,7 (5)	25,7 ± 2 (7)	26,6 (3)	27,6 ± 4,3 (5)
Février	A. G. T.	665 ± 34 (13)		734 ± 41 (10)	
	C. T.	344 ± 28 (11)		381 ± 12 (9)	
	P. L.	21 ± 1,6 (8)		27,5 ± 1,4 (10)	
Mars	A. G. T.	755 ± 34 (17)	895 ± 54 (6)	796 ± 51 (12)	822 ± 79 (5)
	C. T.	440 ± 26,5 (17)	534 ± 28 (6)	416 ± 30 (12)	395 ± 43 (5)
	P. L.	26,2 ± 1,2 (17)	29,7 ± 2,5 (6)	29,6 ± 1,7 (12)	29,1 ± 2,4 (5)

* erreur standard à la moyenne
AGT = acides gras totaux ; C. T. = cholestérol total ; P. L. = phosphore lipidique
entre parenthèses le nombre d'animaux.

L'analyse des moyennes établies sur des séries homogènes de lérots est en faveur d'une augmentation des acides gras totaux chez les animaux en cours de réchauffement bien qu'elle ne soit significative ($P \leqslant 0,05$) que dans la série de Mars. Dans ce dernier cas on note aussi une augmentation du cholestérol total chez les lérots en cours de réveil provoqué. A ces modifications de très faible amplitude nous opposerons les variations concernant les AGL et le glycérol plasmatiques étudiées dans des séries distinctes.

On observe dans les minutes qui suivent le début du réveil (fig. n° 35) une hausse brutale et spectaculaire des acides gras libres plasmatiques qui passent de 0,86 µmole par ml à une valeur moyenne maximum de 2,96 µmoles par ml au bout de 40 minutes, certaines valeurs atteignant même 4 µmoles par ml. On note bien avant la fin du réchauffement, c'est-à-dire quand la température des animaux atteint 27° - 30°C après cette vive élévation, une diminution du taux des acides

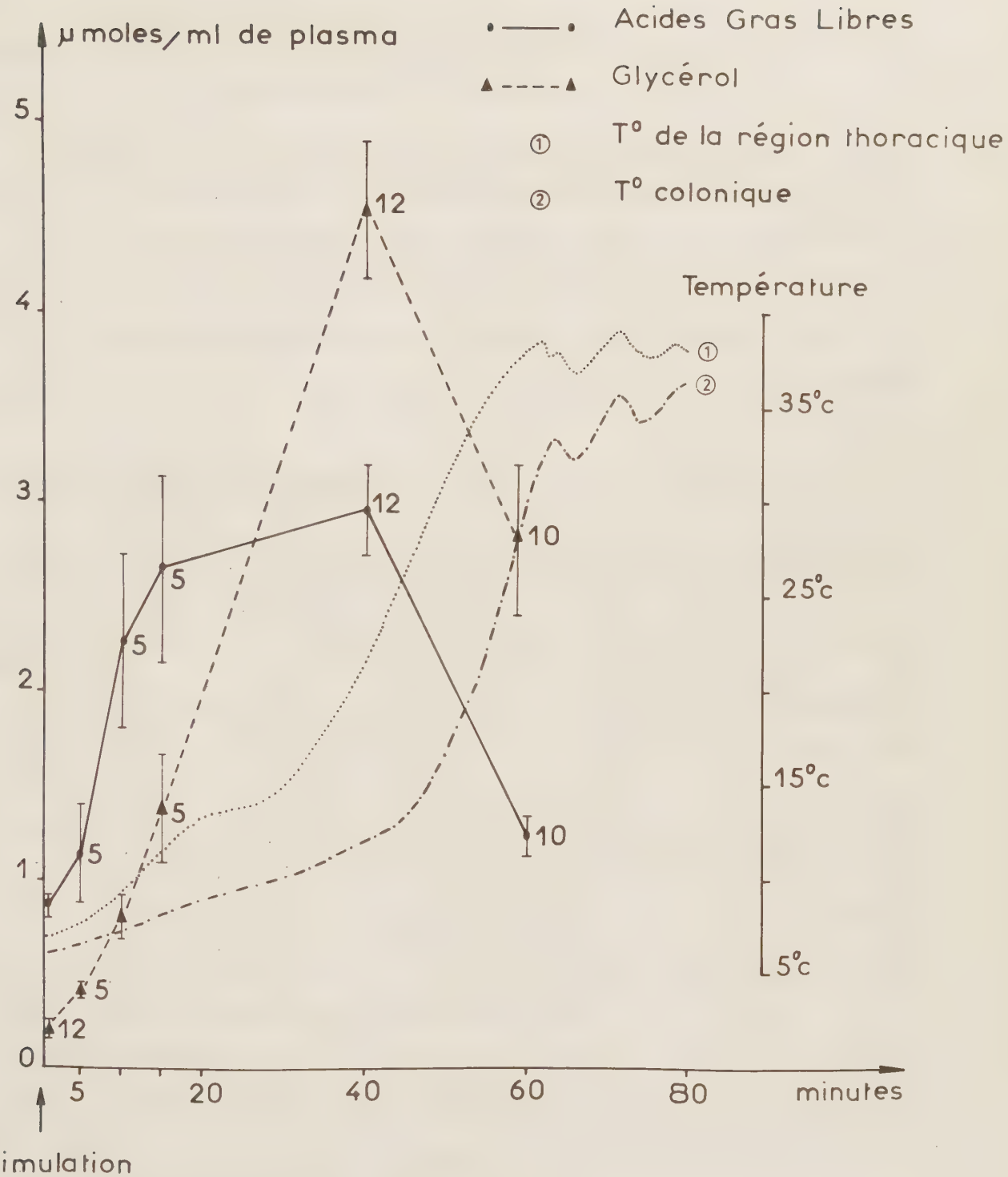


Figure n°35- Evolution du glycérol et des acides gras libres dans le plasma du Lérot, pendant la première heure de réchauffement.
Chaque valeur est affectée de l'erreur standard à la moyenne et le nombre d'animaux est indiqué. Noter la hausse spectaculaire du glycérol et des acides gras libres dont le taux diminue quand l'utilisation périphérique devient prédominante.

gras libres, la valeur moyenne étant de 1,24 µmole par ml de plasma.

Une évolution comparable s'observe au niveau du glycérol, cependant le taux de ce composé est encore élevé en fin de réchauffement.

Toutes ces modifications sont très précoces puisque 5 minutes après la stimulation qui déclenche le réveil, on note déjà une élévation significative de ces métabolites.

Chez les animaux actifs, réveillés depuis 5 heures, le taux des acides gras libres est comparable à celui enregistré chez des individus en hypothermie, par contre le glycérol est plus élevé (0,70 contre 0,23 µmole par ml de plasma, tableau n° 56).

b) Foie

Le tableau ci-dessous nous montre l'ensemble des résultats obtenus .

Composés lipidiques dans le foie de lérots dans différents états physiologiques

Epoque	constituants lipidiques mg p. 100 g frais	ETAT DES ANIMAUX endormis à 6°C	en cours de réchauffement	réveillés	en cours de refroidissement
Novembre et Décembre	A.G.T.	9044 ± 988 (7)	9187 ± 1347 (7)	8613 (3)	9694 ± 1750 (5)
	C.T.	360 ± 11 (7)	378 ± 16 (7)	459 (3)	396 ± 25 (5)
	P.L.	158 ± 2,5 (7)	150 ± 6 (7)	158 (3)	145 ± 2,7 (5)
Février	A.G.T.	7646 ± 688 (10)		5270 ± 724 (10)	
	C.T.	469 ± 19 (10)		388 ± 23 (10)	
	P.L.	148 ± 3,7 (10)		152 ± 3,5 (10)	
Mars	A.G.T.	8371 ± 659 (10)	8762 ± 2342 (4)	7804 ± 1079 (10)	5108 ± 608 (5)
	C.T.	510 ± 25 (18)	560 ± 97 (4)	525 ± 51 (10)	347 ± 33 (5)
	P.L.	135 ± 2,8 (18)	131 ± 7,6 (4)	148 ± 5,6 (10)	141 ± 4,5 (5)

A aucun moment nous ne notons de variation dans les taux des constituants étudiés. Cependant sur les animaux de la première série expérimentale (Novembre et Décembre), AGID et coll. (1967) ont montré histochimiquement que les lipides figu-

rés, très abondants dans le foie de ces mêmes animaux endormis, disparaissent presque totalement au moment du réveil périodique.

c) Coeur

Nous avons montré au chapitre I que le processus du réchauffement entraînait des modifications très rapides et de grande amplitude de l'activité cardiaque. En ce qui concerne les constituants lipidiques étudiés au cours du réveil et de la période d'homéothermie qui lui succède, nous n'observons aucune variation significative.

Composés lipidiques dans le coeur de lérots dans différents états physiologiques

Epoque	constituants lipidiques mg p. 100 g frais	ETAT DES ANIMAUX			
		endormis à 6°C	en cours de réchauffement	réveillés	en cours de refroidissement
Novembre et Décembre	A.G.T.	2660 ± 86 (7)	2742 ± 61 (6)	2803 (3)	2873 ± 36 (7)
	C.T.	146 ± 2,6 (7)	153 ± 9,1 (6)	171 (3)	133 ± 7 (7)
	P.L.	129 ± 1,2 (7)	128 ± 2,2 (6)	134 (3)	132 ± 2,3 (5)
Février	A.G.T.	3249 ± 218 (8)		2713 ± 179 (10)	
	C.T.	164 ± 4,8 (8)		162 ± 5,2 (10)	
	P.L.	124 ± 6,1 (8)		132 ± 1,7 (10)	
Mars	A.G.T.	3225 ± 133 (18)	2812 ± 107 (4)	2867 ± 115 (10)	3102 ± 238 (5)
	C.T.	162 ± 2,8 (18)	165 ± 4,9 (4)	162 ± 4 (10)	166 ± 6,3 (5)
	P.L.	126 ± 13,5 (17)	128 ± 1,9 (4)	133 ± 2,6 (9)	140 ± 3,4 (5)

d) Tissu adipeux brun

Le réchauffement entraîne une nette déplétion des acides gras totaux dans ce tissu, corrélative à une augmentation du taux des acides gras libres (tableaux ci-après). Les variations du glycérol tissulaire ne sont pas significatives. En raison de l'évolution saisonnière des acides gras totaux dans la graisse brune signalée au chapitre II, les valeurs de départ varient suivant l'époque où est ef-

fectuée l'expérience. Ainsi en Décembre nous notons l'évolution suivante au cours du réveil provoqué à 6°C : 29,6 g % d'acides gras totaux chez les animaux endormis, 21,3 g % chez ceux en cours de réchauffement et 28,1 g % chez les animaux redevenus actifs, alors qu'au mois de Mars, nous enregistrons respectivement 24 g %, 18 g % et 22 g %.

Composés lipidiques dans la graisse brune de lérots dans différents états physiologiques

Epoque	constituants lipidiques mg p. 100 g frais	ETAT DES ANIMAUX			
		endormis à 6°C	en cours de réchauffement	réveillés	en cours de refroidissement
Novembre et Décembre	A. G. T.	29,6 ± 1,3 (6)	21,3 ± 1 (7)	28,1 (3)	
	C. T.	0,247 ± 0,014 (6)	0,220 ± 0,01 (7)	0,290 (3)	
	P. L.	0,167 ± 0,004 (6)	0,174 ± 0,007 (7)	0,197 (3)	
Mars	A. G. T.	24 ± 0,7 (17)	17,8 ± 1,2 (6)	22 ± 0,5 (8)	22,1 ± 0,45 (6)
	C. T.	0,238 ± 0,010 (17)	0,269 ± 0,015 (6)	0,275 ± 0,010 (8)	0,268 ± 0,25 (6)
	P. L.	0,177 ± 0,004 (17)	0,177 ± 0,006 (6)	0,190 ± 0,004 (8)	0,188 ± 0,008 (6)

* erreur standard à la moyenne

AGT = acides gras totaux ; CT = cholestérol total ; PL = phosphore lipidique

entre parenthèses le nombre d'animaux

Taux d'acides gras libres et de glycérol dans la graisse brune d'autres groupes de lérots endormis, en cours de réchauffement et actifs

Etat de l'animal	acides gras libres valeurs en umole p. 100 g de tissu frais	glycérol valeurs en umole p. 100 g de tissu frais
endormi	0,66 ± 0,02 * (5)	0,15 ± 0,02 (5)
en cours de réchauffement 14°C ≤ T°C ≤ 27°C	0,89 ± 0,05 (7)	0,19 ± 0,02 (7)
actif depuis 5 h.	0,84 ± 0,03 (10)	0,16 ± 0,01 (10)

* erreur standard à la moyenne

entre parenthèses le nombre d'animaux

Dans les deux séries expérimentales il est remarquable que les acides gras totaux dans le tissu adipeux brun recouvrent sensiblement leur valeur de départ au cours des quelques heures consécutives au réveil. Il faut noter aussi que les taux du cholestérol et du phosphore lipidique dans la graisse brune restent constants pendant toute la durée du réveil. La déplétion des acides gras totaux observée au cours du réchauffement porte donc essentiellement sur les triglycérides.

En résumé à l'occasion du réveil périodique du Lérot, les acides gras libres et le glycérol plasmatique s'élèvent très fortement dès les premières minutes, passent par un maximum après trois quart d'heure environ et reprennent leurs valeurs habituelles dans les heures qui suivent. Parallèlement, dans la graisse brune, on note une déplétion des acides gras totaux de l'ordre de 20 % et une augmentation des acides gras libres. Il est remarquable aussi que les acides gras totaux recouvrent leur valeur de départ au cours de la période d'activité consécutive au réveil (fig. n° 36). Les autres contituants lipidiques dans le foie et le coeur ne présentent pas de variations significatives pendant la phase de réchauffement.

2 - Evolution du taux des acides gras libres plasmatiques au cours du réveil de lérots endormis à 15°C au lieu de 6°C.

Pour observer l'effet de la température sur le taux des acides gras libres plasmatiques, nous avons provoqué le réveil chez 46 lérots qui dormaient depuis des temps analogues à 15°C. A cette température ambiante les animaux se réchauffent plus rapidement et il faut attendre en moyenne 60 minutes pour observer une température rectale de 36°C alors qu'à 6°C l'animal présente une température colonique de 28°C au bout de la même période. Dans ces conditions on note (fig. n°37) que le taux des acides gras libres plasmatiques des animaux maintenus à 15°C cesse d'augmenter après 15 minutes de réchauffement contre 40 minutes à 6°C. D'autre part l'amplitude du phénomène est moindre à 15°C qu'à 6°C, les valeurs moyennes maximales étant respectivement de 2,18 µmoles par ml et 2,96 µmoles par ml. L'effet de la température est net à la fois sur la vitesse et sur l'amplitude des variations du taux des acides gras libres au cours du réveil provoqué.

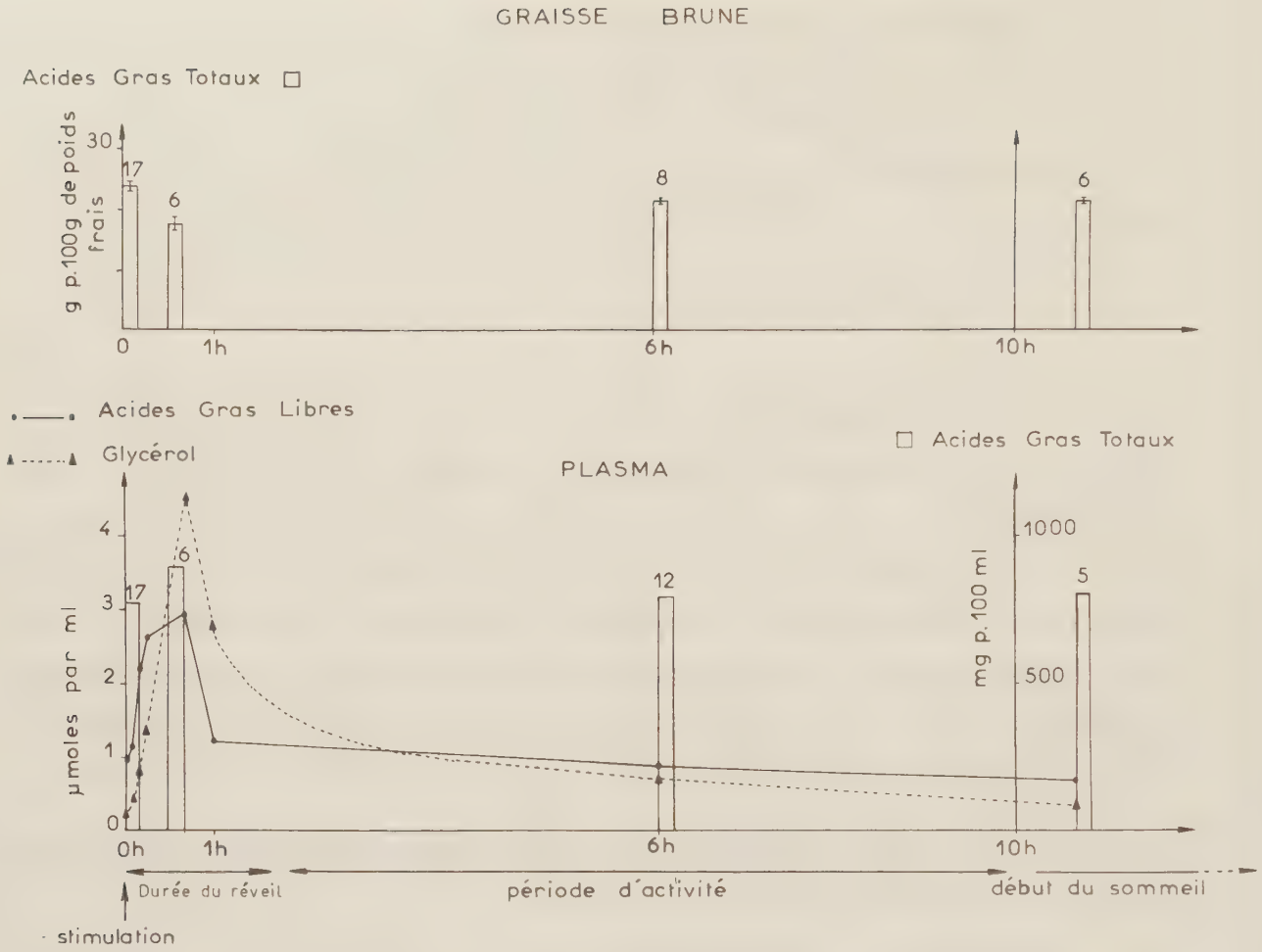


Figure n°3 & Evolution de quelques constituants lipidiques de la Graisse Brune et du plasma du Lérot au cours du réchauffement et de la période d'activité qui lui succède.
Noter la déplétion puis la réplétion en lipides de la Graisse Brune qu'entraîne chaque réveil.

D - Modifications histologiques du système endocrinien au cours des réveils périodiques

Nous rappellerons ici les résultats obtenus par AGID, GABE et MARTOJA (1967) sur les animaux des groupes 5, 6, 7 et 8 du tableau n°5. L'examen histologique a porté sur la thyroïde, le pancréas endocrine, les glandes surrénales et le foie.

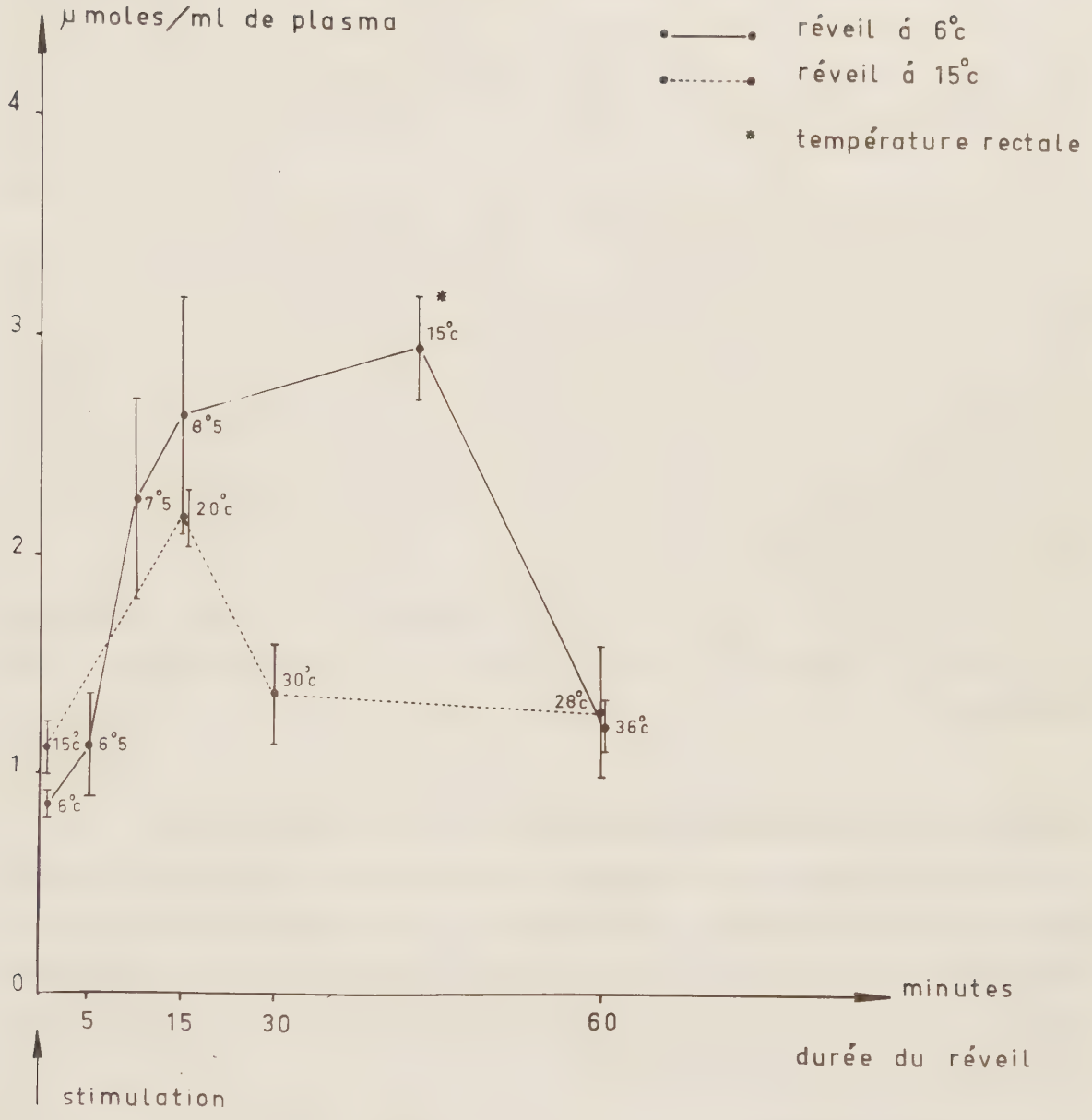


Figure n°37- Evolution du taux des acides gras libres plasmatiques du Lérot, au cours du réchauffement spontané à deux températures ambiantes, respectivement égales à 6°C et 15°C.
Chaque valeur moyenne est affectée de l'erreur standard à la moyenne et la température rectale moyenne est indiquée. Pour le nombre d'animaux voir les tableaux n° 55, 56 et 62.

Au moment du réveil les premières modifications concernent la médullo-surrénale. Les auteurs observent une déplétion nette des grains phéochromes dans la plupart des cellules médullo-surrénale après 45 minutes de réchauffement parfois plus tôt, correspondant à une libération de catécholamines. La densité des granulations cytoplasmiques des cellules A du pancréas secrétant le glucagon, diminue à peu près au même moment tandis que la déplétion des cellules de la cortico-surrénale est un peu plus tardive. Les cellules B du pancréas des animaux autopsiés vers la fin de la période de réveil sont pauvres en grains de sécrétion, le phénomène inverse étant observé chez les lérots endormis. Par conséquent à la fin du réchauffement a lieu une sécrétion d'insuline. Pour la thyroïde les auteurs ont noté une légère augmentation du nombre de vésicules actives deux heures après le réveil. Enfin le glycogène histochimiquement décelable ainsi que les lipides figurés, très abondants dans le foie des animaux endormis, disparaissent totalement au cours du réveil provoqué.

La netteté et l'importance de ces modifications endocrines nous permettra maintenant de confronter de façon fructueuse les données biochimiques et endocrinologiques.

III - DISCUSSION CONCERNANT LES MODIFICATIONS GLUCIDIQUES

Si l'on prend soin de faire porter notre étude sur les animaux hibernant à une température bien définie, soit 6°C soit 15°C, nos résultats sont dans l'ensemble très homogènes et cohérents et se prêtent à une interprétation relativement séduisante grâce à la confrontation avec les renseignements endocrinologiques provenant des mêmes animaux d'expérience.

A - L'endormissement

Chez les animaux hibernant à 6°C l'hypothermie s'installe en quelques heures (souvent trois heures) et dès ce moment les taux d'acides lactique et pyruvique présentent des niveaux très bas par rapport à ce qu'ils étaient dans la période qui précédait. Cette chute de l'acide lactique paraît bien être en rapport avec l'arrêt de l'activité musculaire. Ces valeurs basses qui restent invariables pen-

dant toute la durée du sommeil prouvent l'absence d'état hypoxique pendant l'hibernation et le parfait ajustement entre l'oxygénation et les besoins tissulaires. De même dans les tissus comme le muscle squelettique et cardiaque les taux d'acide lactique restent inchangés. Ces résultats sont en accord avec ceux de TWENTE et TWENTE (1968).

Pour ce qui est du glycogène hépatique nous avons établi sans ambiguité que le taux de ce constituant effondré à la suite du réchauffement reprenait sa valeur habituelle avant l'entrée en hibernation puis restait inchangé pendant toute cette période. De nombreuses observations déjà fort anciennes (VALENTIN, 1857 ; KULZ, 1881 ; REACH, 1910) et d'autres que nous avons relatées plus haut avaient déjà reconnu l'existence du maintien du glycogène dans le foie des animaux en hibernation. Nos observations ne font que préciser ce point et montrent que le glycogène est pratiquement reconstitué après la sixième heure de vie active et ceci malgré l'absence d'alimentation. La resynthèse du glycogène hépatique en absence d'alimentation pose le problème de son origine c'est-à-dire de la néoglycogenèse, point qui avait été déjà clairement envisagé par RULOT (1902) et ATKINSON (1922) et repris depuis par BURLINGTON et KLAIN (1967 b), WHITTEN et KLAIN (1968) et GALSTER et MORRISON (1970).

La quasi disparition de l'acide lactique suggère que ce composé a pu participer à la reconstitution du glycogène des tissus. Mais comme ces phénomènes de reconstitution se reproduisent régulièrement chez des animaux maintenus à jeun pendant des mois il y a lieu de faire appel à une conversion des protides en glucides. C'est ce que suggère la hausse des acides aminés plasmatiques, au moment du réveil, signalée par KRISTOFFERSSON et BROBERG (1968), KLAIN et WHITTEN (1968). SICART dans notre laboratoire a fait la même observation chez le Lérot et a pu noter l'élévation d'acides aminés glucoformateurs. En d'autres termes, la reconstitution du glycogène est à mettre sur le compte d'une néoglucogénèse relativement intense. Or les données endocrinologiques mettent en évidence au cours du réchauffement une libération notable d'hormone corticale et surtout de glucagon et de catécholamines dont l'effet stimulant tardif sur la néoglycogenèse hépatique est actuellement bien établi. Une action supplémentaire de l'insuline n'est pas à exclure (glycogénèse hépatique proprement dite à partir du glucose), puisque cette

hormone est également secrétée à la fin du réchauffement au moment où la glycémie est élevée.

Une origine du glucose à partir des lipides est nécessairement très restreinte car apparemment seul le glycérol qui ne représente que 10 % des glycérides peut se transformer facilement en glucose. Selon KREBS (1964) la transformation des acides gras en glucides est à exclure chez les Mammifères. Signalons tout de même que selon REBEL et coll. (1960) l'acétate marqué administré à des Spermophiles pourrait s'incorporer dans le glycogène hépatique.

L'évolution de la glycémie chez le Lérot au cours de l'endormissement est très remarquable et nous avons montré que la chute glycémique n'est pas immédiate mais qu'elle est progressive, la courbe ayant une allure exponentielle s'étalant sur plusieurs jours pour atteindre à la fin de la période d'hibernation des valeurs très basses parfois voisines de 20 mg %.

Cette évolution très progressive explique pourquoi les données de la littérature sont parfois discordantes. En effet au début du sommeil les valeurs enregistrées restent relativement élevées, elles sont au contraire très faibles juste avant le réveil spontané. Dans le chapitre précédent nous avons fourni un certain nombre de références bibliographiques à ce sujet qui trouvent ici leur explication. Notons toutefois que certaines espèces d'hibernants ne présentent pas ou guère d'hypoglycémie en hibernation (LYMAN et LEDUC, 1953 ; TWENTE et TWENTE, 1967).

Le mécanisme de cette hypoglycémie est probablement complexe car si la mise en circulation des hormones hyperglycémiantes semble arrêtée il n'en est pas moins vrai que la sécrétion d'insuline hypoglycémiante est également suspendue ; la régulation hormonale est donc pratiquement supprimée mais de plus il y a lieu de noter que le glycogène hépatique, seule source possible de glucose, est pratiquement bloqué dans le foie en hypothermie par suite de l'inactivation de la glycogène phosphorylase (LEONARD et WIMSATT, 1959 ; HANNON et VAUGHAN, 1961). Dans ces conditions la chute glycémique est très probablement en rapport avec l'utilisation périphérique du glucose certainement minima et qui est d'ailleurs d'autant plus faible que la concentration du glucose plasmatique est basse, ce qui

alors explique la chute exponentielle de la glycémie.

Un argument supplémentaire nous est fourni par la considération de la température : à 15°C la chute glycémique est beaucoup plus rapide, en relation certainement avec le métabolisme plus élevé de l'animal (fig. n° 38). D'ailleurs un certain nombre de cas observés à des températures supérieures (estivation) met-

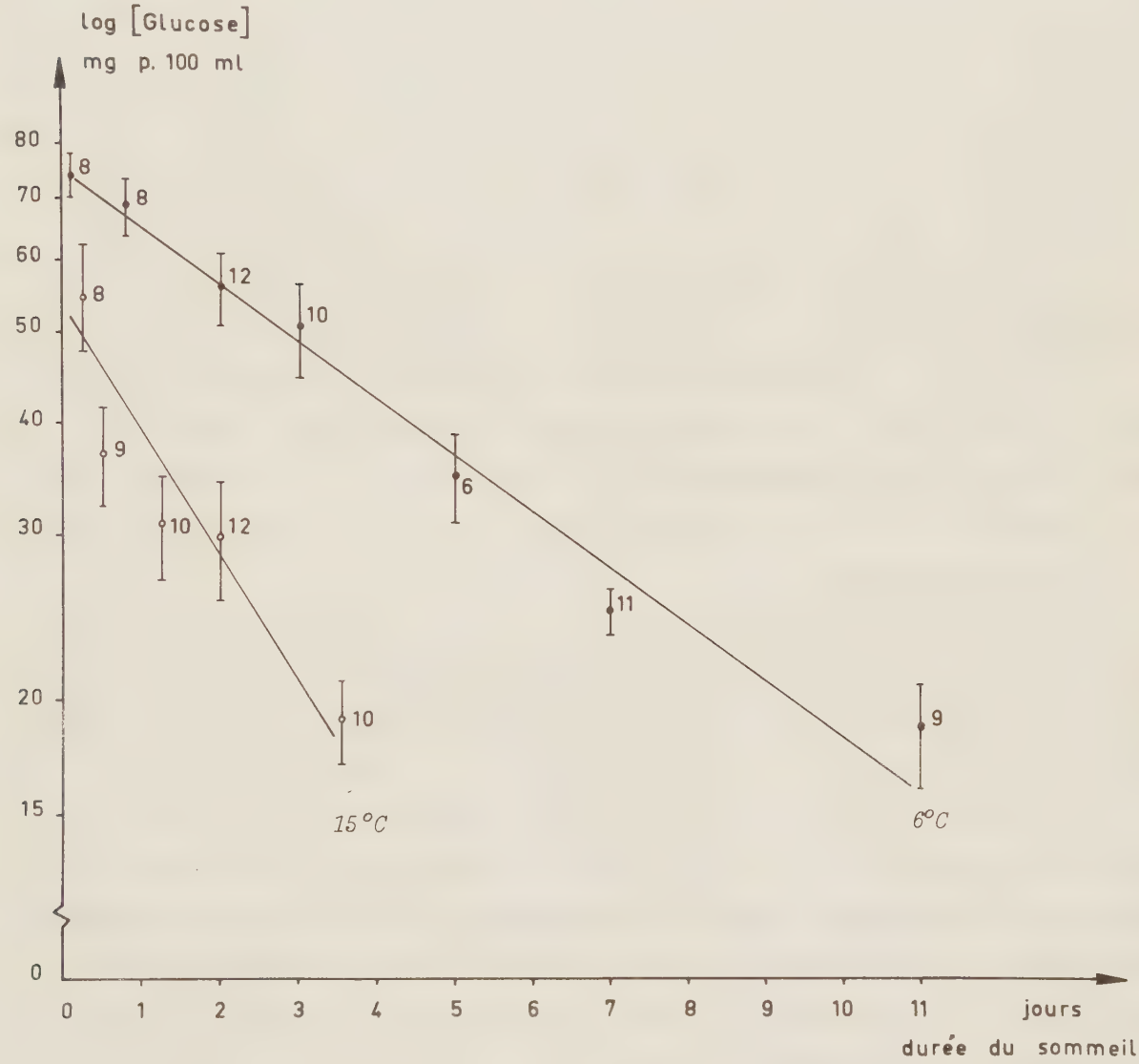


Figure n°38- Variations du taux du glucose plasmatique en fonction de la durée de sommeil et de la température ambiante d'hibernation.
(Echelle logarithmique en ordonnées).

tent en évidence des diminutions de la glycémie encore plus vives, pouvant s'effectuer en quelques heures au lieu de trois à quatre jours à 15°C et huit à onze jours à 6°C. Quelque soit la température d'hibernation les valeurs les plus basses de la glycémie sont tout à fait comparables et précèdent de peu le réveil spontané des animaux. Il existe donc une relation entre la durée de la chute glycémique et la durée de la période d'hibernation. Cette remarque suggère que les valeurs basses de la glycémie pourraient constituer le stimulus du réveil. Toutefois cette hypothèse demanderait à être prouvée de façon plus convaincante car il est possible que le réveil soit en relation avec le changement de concentration d'un autre constituant et que les variations de la glycémie ne représentent qu'un épiphénomène et ceci d'autant plus que plusieurs hibernants ne présentent pas de modifications semblables dans le même état. Pourtant on ne saurait rejeter l'hypothèse selon laquelle le stimulus du réveil pourrait être entraîné par un seuil de concentration d'un substrat énergétique ou d'un système enzymatique qui serait atteint peu avant le réveil spontané et ceci à une vitesse nécessairement fonction de la température corporelle. Une pareille hypothèse à l'avantage d'expliquer l'influence de la température sur le rythme des réveils périodiques.

B - Le réchauffement

Les changements qui interviennent pendant le réchauffement sont spectaculaires et se produisent avec une rapidité surprenante. Spontanément ou à la suite d'une légère excitation sensorielle les taux d'acides pyruvique et surtout lactique s'élèvent très rapidement, bien avant que la température colonique de 6°C ait varié. Le taux d'acide lactique atteint des valeurs considérables au bout d'une heure et restera relativement élevé dans les heures d'activité. Ce taux élevé doit être en relation avec la dégradation rapide du glycogène du coeur et des muscles mais aussi avec le fait que l'apport d'oxygène est insuffisant et qu'il en résulte un certain degré d'anoxie. La diminution du pH sanguin et de la pression partielle de l'oxygène confirme cette interprétation.

L'évolution de la glycémie est remarquable puisqu'on assiste d'abord à une diminution significative du glucose plasmatique pendant 30 à 40 minutes, suivie d'une hausse brutale qui n'intervient que lorsque débute l'hydrolyse du glycogène

hépatique. Cette chute glycémique légère est probablement en relation avec une utilisation accrue de ce métabolite dès le début du réchauffement, avant qu'intervienne la glycogénolyse hépatique. Ce point est en bon accord avec les modifications endocrines correspondantes puisque la libération de glucagon d'une part et d'adrénaline d'autre part, hormones glycogénolytiques, intervient vers la 30ème minute.

Après le réchauffement la glycémie se maintient à un niveau normal, mais le point le plus intéressant réside dans la reconstitution du glycogène hépatique. Là également l'accord est excellent avec les données histochimiques qui mettent en évidence l'activation à la fin du réveil des cellules B génératrices d'insuline freinant l'hyperglycémie, et avec la libération concomitante des hormones corticales auxquelles ont est en droit d'attribuer la néoglycogenèse à partir surtout des acides aminés. L'action retardée du glucagon dans cette néoglycogenèse est conforme aux résultats classiques et l'intervention de l'insuline dans la formation du glycogène à partir du glucose avec une glycémie normale l'est également.

Ainsi donc l'évolution des composés glucidiques tant au cours de l'endormissement que du réchauffement est d'une grande netteté et se trouve raisonnablement bien expliquée par l'évolution correspondante de l'activité des glandes endocrines.

Pour interpréter avec plus de fruit l'évolution des composés lipidiques nous devons d'abord porter notre attention sur l'étude particulière qui a été consacrée à la consommation d'oxygène et à la lipolyse in vitro du tissu adipeux.

deuxième partie

METABOLISME DU TISSU ADIPEUX BRUN DU LEROT EN FONCTION DE LA TEMPERATURE CORPORELLE

I - CONSOMMATIONS D'OXYGENE DES TISSUS

A - Pendant l'hibernation

B - Influence saisonnière

C - Discussion

II - INFLUENCE DE LA TEMPERATURE CORPORELLE SUR LE METABOLISME DU TISSU ADIPEUX DU LEROT

A - Consommation d'oxygène de la graisse brune "in vitro"

B - Lipolyse des tissus adipeux brun et blanc

C - Discussion

Confrontation des résultats obtenus "in vitro" et "in vivo"

L'étude chronologique des variations des composés glucidiques et lipidiques des tissus entraînées par l'élévation du métabolisme qui accompagne le réchauffement, suggère une participation différente et élective des divers tissus de l'organisme. En ce qui concerne les lipides il paraît nécessaire de confronter les résultats précédents avec l'activité variable selon la température du tissu adipeux brun en particulier.

Nous avons effectué cette étude en y adjoignant à titre de comparaison des mesures portant sur quatre autres tissus : cerveau, foie, coeur et rein.

Dans ces recherches nous avons utilisé 92 lérots dont l'origine et le conditionnement étaient identiques à ceux des lots utilisés dans les expériences précédentes. Le critère métabolique choisi a été la mesure "in vitro" de la consommation d'oxygène tissulaire qui traduit de façon la plus générale l'intensité du métabolisme. Nous avons jugé de l'activité tissulaire en prenant en considération d'une part la température d'incubation et d'autre part l'état physiologique de l'animal qui peut être caractérisé après le stimulus du réveil par le degré de réchauffement, c'est-à-dire la température corporelle.

Notre expérimentation a porté sur des animaux se trouvant dans différents états physiologiques : hypothermiques à 6°C ou à 16°C, au début et en fin du réchauffement, puis actifs depuis 5 heures. Des mesures complémentaires ont été effectuées pour déceler l'influence de l'alimentation ou de la saison chez des lérots ayant hiberné à une température ambiante variable. Nous avons ainsi défini neuf groupes dans le tableau ci-après.

Après le sacrifice des lérots les tissus sont excisés rapidement et plongés dans une solution tampon refroidie à zéro degré. Chacun d'eux est débité en fines coupes de quelques dizièmes de millimètre d'épaisseur et la consommation d'oxygène mesurée à quatre températures d'incubation différentes (6°C, 16°C, 27°C, et 37°C) avec un appareil de Warburg (voir chapitre technique). Les résultats sont exprimés en microlitres d'oxygène consommés pendant une heure par gramme de tissu sec (tableau n° 63).

Dans le cas de la graisse brune nous avons utilisé un second critère métabolique : l'activité lipolytique (AMBID, BERLAN et AGID, 1971). L'intensité

Epoque et état physiologique	Etat alimentaire	T° rectale lors du sacrifice
HIBERNATION		
Animaux hibernant à 6°C		
GROUPE I - Lérots endormis	à jeun	6°C
3 - Lérots en cours de réveil	à jeun	16°C
4 - Lérots en fin de réveil	à jeun	30°C
6 - Lérots réveillés depuis 5 h	à jeun	37°C
8 - Lérots en cours de réveil au printemps	nourris	16°C
Animaux hibernant à 16°C		
GROUPE 2 - Lérots endormis	à jeun	16°C
5 - Lérots en fin de réveil	à jeun	30°C
VIE ACTIVE		
GROUPE 7 - Lérots réveillés au printemps température ambiante 18°C	nourris	37°C
GROUPE 9 - Lérots actifs en juin température ambiante 18°C	nourris	37°C

de la lipolyse dans le tissu adipeux brun prélevé dans les groupes 1, 3, 4 et 6, a été mesurée selon le protocole expérimental décrit par BERLAN (1969). Une étude comparative a été réalisée sur le tissu adipeux blanc.

I - CONSOMMATIONS D'OXYGENE DES TISSUS

A - Pendant l'hibernation

1 - Comparaison des consommations d'oxygène des cinq tissus étudiés pendant l'hibernation à quatre températures d'incubation 37°C, 27°C, 16°C et 6°C pour les quatre températures corporelles choisies

a) Pour une température d'incubation de 37°C et dans chacun des grou-

pes expérimentaux c'est la QO_2 du tissu rénal qui domine le plus, suivie par celles des tissus cérébral, hépatique, adipeux brun et cardiaque (fig. n°39).

Remarque : cet ordre n'est pas celui qu'on pourrait attendre d'après plusieurs données de la littérature. Toutefois si l'on exprime la consommation d'oxygène de la graisse brune en µl/h/g de tissu sec délipidé nous obtenons une valeur double de la précédente ce qui placerait ce tissu au même rang que le cerveau.

b) Pour les incubations à 27°C on retrouve le classement précédent dans les consommations d'oxygène (rein, cerveau, foie, graisse brune, coeur), sauf dans le groupe 3 où la QO_2 du tissu adipeux brun dépasse légèrement celle du foie.

c) A 16°C les mesures des QO_2 tissulaires dans les groupes 1, 2 et 6 fournissent une gradation comparable à celle enregistrée à 37°C. Par contre la consommation d'oxygène de la graisse brune, prélevée chez des animaux en cours de réchauffement (groupes 3, 4 et 5) est comparable à celle du cerveau des mêmes lérots. Les courbes de tissu adipeux brun d'animaux en cours de réchauffement consomment plus d'oxygène que celles prélevées chez les lérots endormis ou actifs.

d) Les conclusions sont identiques pour une température du bain d'incubation de 6°C. A cette basse température il faut noter que le tissu cardiaque conserve une activité comparable à celle du cerveau dans les groupes en cours de réveil.

En résumé cette analyse sommaire des résultats dans les différents groupes expérimentaux permet de noter que les QO_2 varient d'un tissu à l'autre. Pour un même tissu l'activité métabolique est modifiée par la température du bain d'incubation et parfois même par l'état physiologique de l'animal.

2 - Effets de la température d'incubation pour un tissu donné (tableau n°65)

Les QO_2 du cerveau, du foie et du rein sont affectées normalement par la diminution de la température quelque soit l'état physiologique de l'animal (fig. n°40). Par contre la consommation d'oxygène du tissu cardiaque est dans tous les cas maximale pour la température d'incubation de 27°C et le coeur conserve une activité notable aux basses températures. La graisse brune présente un maximum d'activité métabolique à 27°C dans le cas où elle est prélevée chez des lérots en cours de réchauffement et dont la température rectale au moment du sacrifice est

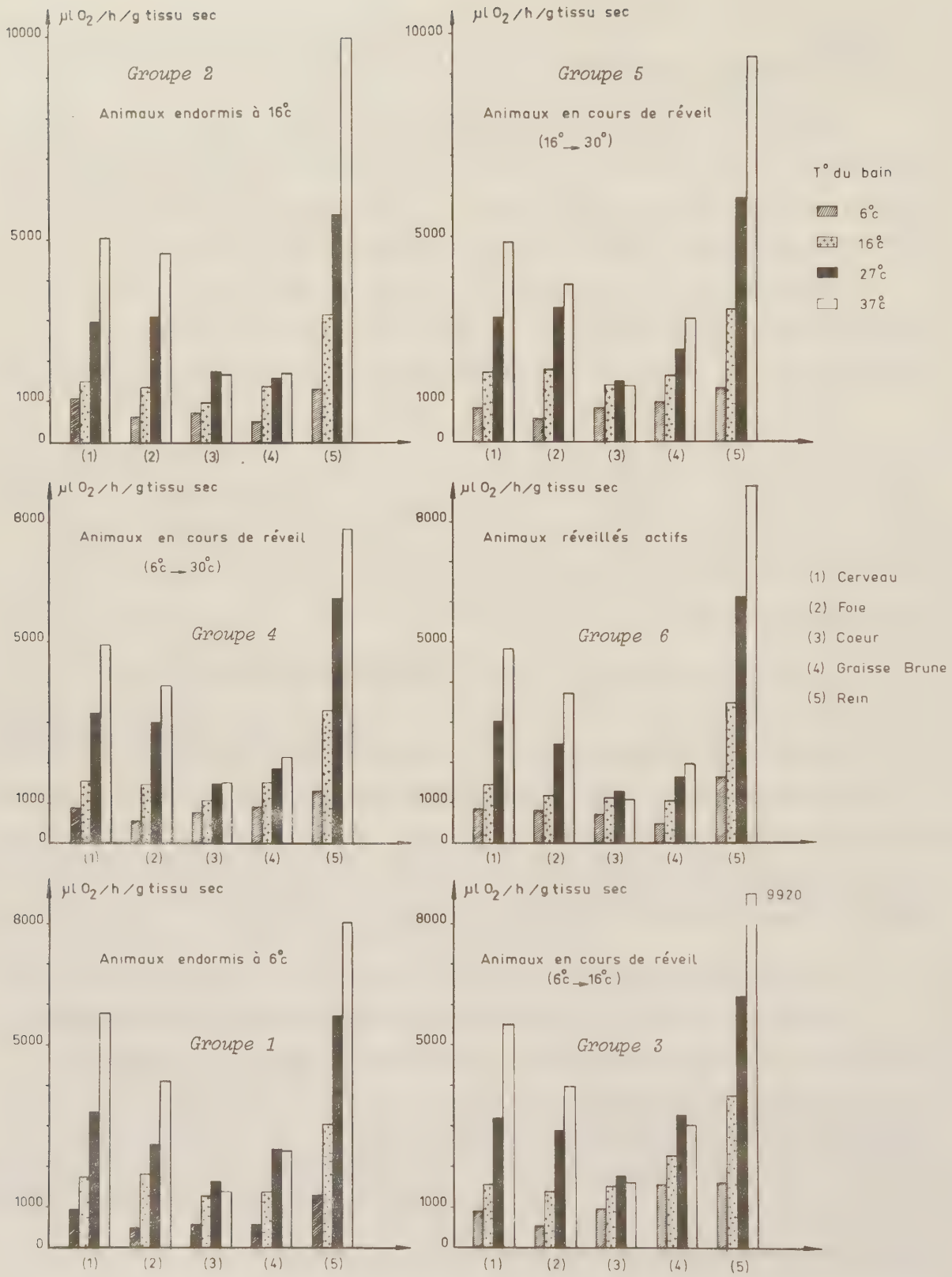


Figure n°39- Consommation d'oxygène présentée par cinq tissus à quatre températures d'incubation différentes.
Les tissus furent prélevés chez des lérots dans six états physiologiques pendant l'hibernation. (groupes 1 à 6).

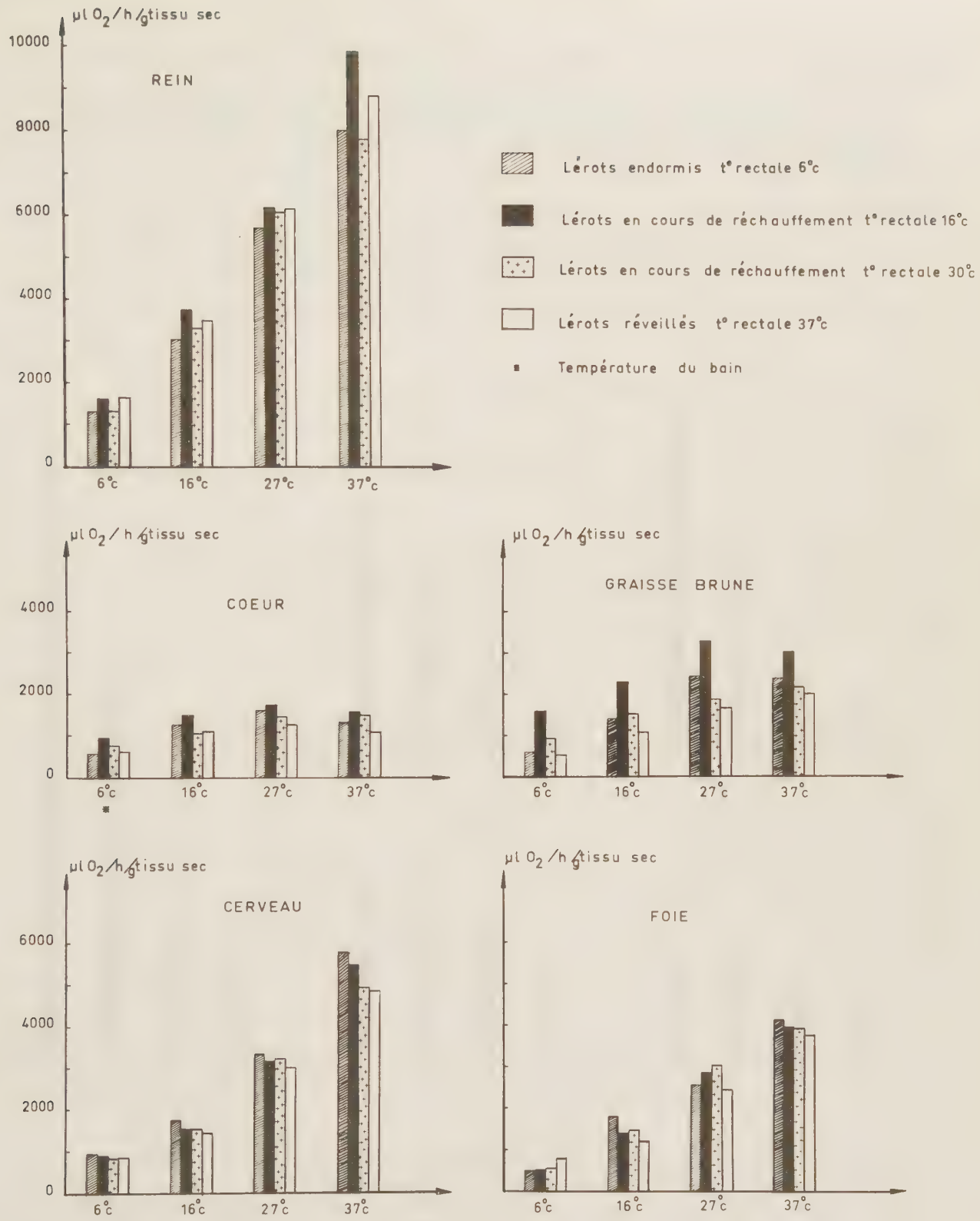


Figure n°40- Consommation d'oxygène présentée par cinq tissus prélevés chez des lérots dans quatre états physiologiques différents.
Les QO_2 ont été enregistrées à quatre températures d'incubation (6°C, 16°C, 27°C, 37°C).

de 16°C. Nous analyserons ce résultat plus en détail dans la suite de cet exposé.

3 - Rôle de la température corporelle au cours du réchauffement sur la consommation d'oxygène tissulaire

a) Cerveau, foie et rein

On constate que les consommations d'oxygène des tissus cérébral, hépatique et rénal ne sont pas modifiées lorsque ces tissus sont prélevés sur des lérots en cours de réveil ou actifs (fig. n°41). Les différences non significatives qui peu-

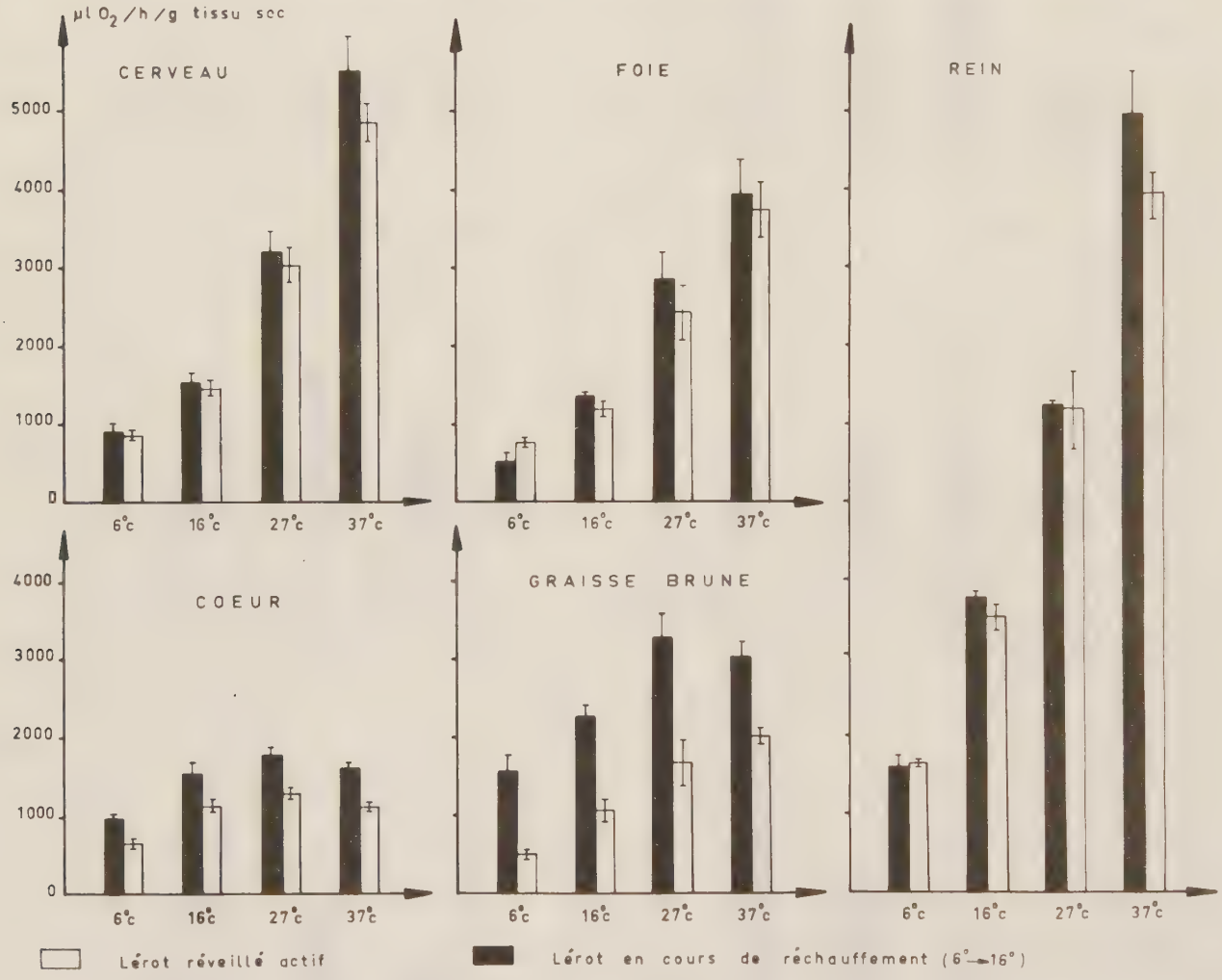


Figure n°41- Comparaison entre les consommations d'oxygène présentées par cinq tissus prélevés chez des lérots en cours de réchauffement ou actifs.
Les $\dot{V}O_2$ sont mesurées à 6°C, 16°C, 27°C et 37°C. Pour le cerveau, le foie et le rein il n'y a pas de différence entre les deux états. Noter par contre que la consommation d'oxygène dans le cas du coeur et de la Graisse Brune, prélevés chez des lérots en cours de réveil, est toujours significativement supérieure et ceci aux quatre températures d'incubation.

vent apparaître sont dues aux difficultés techniques rencontrées lors de l'étude "in vitro". En effet il est difficile de maitriser la régularité de l'épaisseur des coupes qui entraîne parfois aux hautes températures d'incubation des variations individuelles dans les QO_2 mesurées. Ainsi pour ces trois tissus, les consommations d'oxygène à une température d'incubation donnée ne dépendent pas de l'état physiologique.

b) Coeur et Graisse brune

Par contre si l'on compare les résultats obtenus chez les animaux en cours de réchauffement (groupes 3, 4 et 5) et actifs (groupe 6) on observe une stimulation de l'activité respiratoire des coupes de tissu cardiaque et de graisse brune.

Ainsi les coupes de tissu cardiaque prélevé sur l'animal en cours de réveil (t° rectale 16°C) consomment plus d'oxygène que celles de coeur d'animaux actifs (t° rectale 37°C). La différence entre les QO_2 se maintient à peu près constante quel que soit la température du bain d'incubation.

Comparaison des consommations d'oxygène de tissu cardiaque d'animaux en cours de réchauffement par rapport à la QO_2 du même tissu prélevé chez l'animal réveillé

températures d'incubation	ETAT DES ANIMAUX			
	6° → 16°C t°rec 16°C	6° → 30°C t°rec 30°C	16° → 30°C t°rec 30°C	réveillés t°rec 37°C
37°	144 %	136 %	127 %	100 %
27°	137 %	116 %	119 %	100 %
16°	135 %	95 %	126 %	100 %
6°	149,5 %	120,5 %	134,5 %	100 %

Remarque : Si l'on suit "in vitro" en fonction du temps, l'activité de coupes de tissu cardiaque soit d'animaux actifs soit de lérots en cours de réveil (t° rectale 16°C) on constate que dans le premier cas la QO_2 diminue de façon linéaire tandis que dans le second la chute de la consommation d'oxygène est très importante après la vingtième minute de mesure. La courbe obtenue pendant une pé-

riode d'une heure est d'allure exponentielle. La chute d'activité tissulaire est sans doute due à la détérioration du tissu cardiaque dans le bain d'incubation. Cependant, il est intéressant de noter la différence qui existe entre les deux états physiologiques. Tous ces phénomènes s'observent aux quatre températures d'incubation (fig. n° 42).

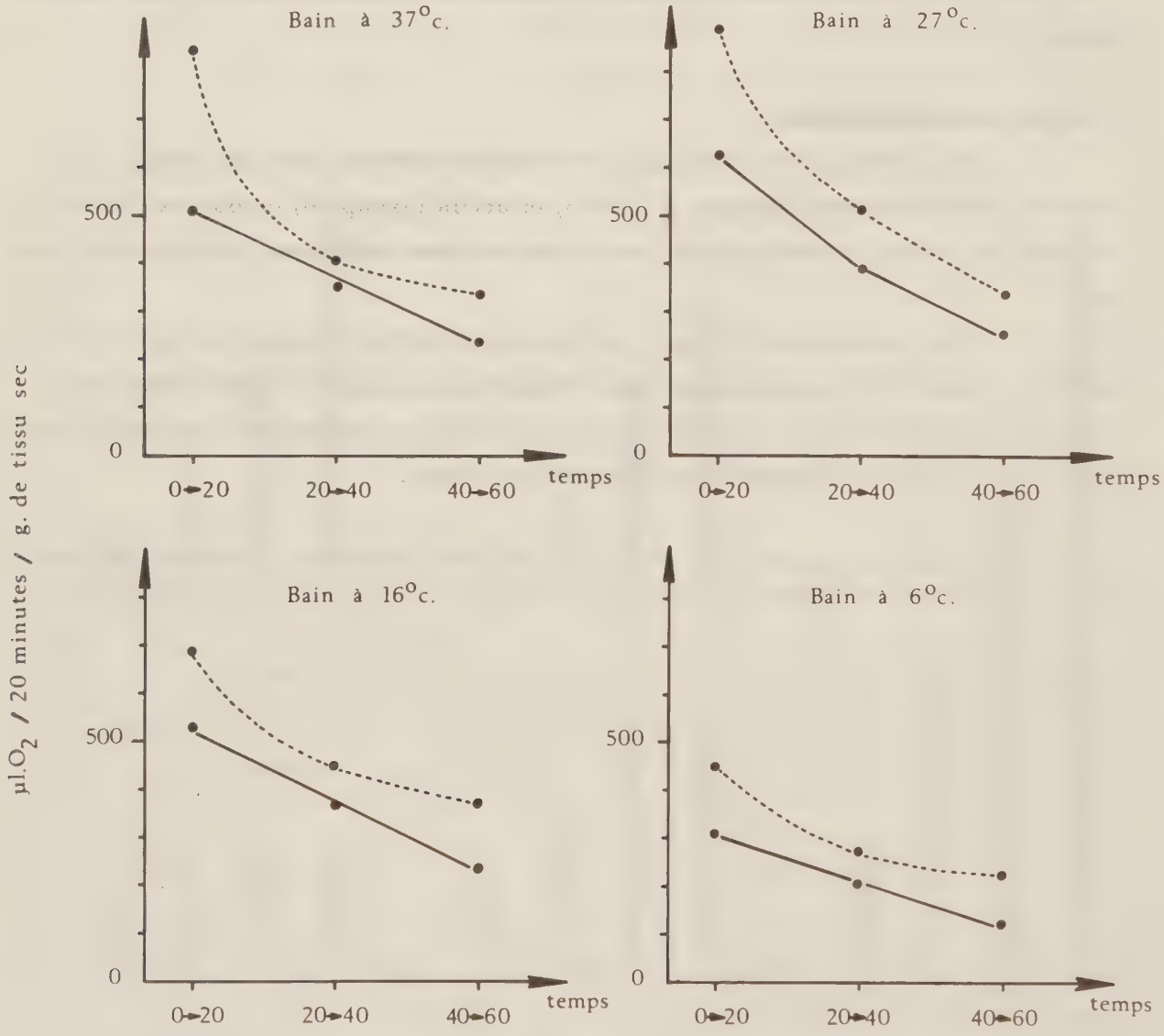


Figure n°42- Evolution de la consommation d'oxygène de myocarde de lérots dans deux états physiologiques :
- en cours de réchauffement température rectale 16°C (ligne discontinue)
- réveillés et actifs (ligne continue).

En ce qui concerne la graisse brune on retrouve comme pour le coeur une stimulation de la QO_2 chez les animaux en cours de réveil par rapport aux lérots actifs. Cependant, la différence existant entre les consommations d'oxygène est très variable suivant la température d'incubation. Ainsi à 6°C, 16°C, 27°C et 37°C les QO_2 de tissu adipeux brun prélevé chez les lérots (t° rectale 16°C), représentent respectivement 323 %, 214 %, 196 % et 152 % des QO_2 de graisse brune d'animaux actifs (t° rec 37°C) mesurée dans les mêmes conditions. Nous analyserons plus loin, en détail, les résultats relatifs à la graisse brune qui joue un rôle important lors du réchauffement spontané de l'animal.

B - Influence saisonnière

Lors de la reprise de l'alimentation c'est-à-dire au printemps et pendant la vie active les consommations d'oxygène présentées par les coupes de foie et à un degré moindre, par celles du cerveau, rein, coeur et graisse brune sont plus élevées que celles enregistrées pour les mêmes tissus chez les animaux actifs et à jeun pendant l'hibernation. Malgré le nombre restreint d'animaux utilisés, on constate néanmoins ce fait quelque soit la température d'incubation.

C - Discussion

Un nombre limité d'études a porté chez les hibernants sur la mesure de la consommation d'oxygène "in vitro" de certains tissus comme le foie, le muscle, le coeur, le cerveau, le rein et la graisse brune. La confrontation de nos résultats avec ceux d'autres auteurs, est rendue difficile du fait des conditions parfois très différentes d'une expérience à l'autre. Il est bien connu que les QO_2 mesurées "in vitro" varient avec le milieu d'incubation et la nature des substrats énergétiques utilisés. Par ailleurs, certaines divergences peuvent provenir d'autres facteurs comme la durée de la mesure, les extrapolations éventuelles dans les QO_2 et le mode d'expression des résultats. Toutes ces raisons peuvent expliquer la variabilité des résultats dans les quelques publications qui nous ont été accessibles. Une critique semblable peut nous être faite, bien que l'objet de notre travail ne fut pas de rechercher des conditions optimales de mesures mais de comparer des groupes expérimentaux comportant des animaux sacrifiés à des degrés de réchauffement variables, dans des conditions arbitraires en fonction de la tempé-

rature d'incubation.

Dans cette discussion nous examinerons les résultats tissu par tissu.

1 - Cerveau

MEYER et MORRISON (1960) ont montré que les consommations d'oxygène de coupes de cerveau de Spermophiles (Spermophilus tridecemlineatus) hibernants sont plus élevées que celles de non hibernants. HANNON et coll. (1961) trouvent des résultats opposés chez une espèce voisine. Nos résultats sont en accord avec ceux de BRUCE et WIEBERS (1966) chez la chauve souris et de SAARIKOSKI (1967) chez le hérisson, qui n'observent pas de différence entre les animaux endormis et actifs. La chute de la température du bain d'incubation affecte de façon comparable les QO_2 de coupes de cerveau prélevé dans les divers lots expérimentaux. Nous retrouvons ici un des résultats de SOUTH (1958) qui observe que les consommations d'oxygène de cerveau de rat, de hamsters hibernants ou actifs et de chauves souris hypothermiques, décroissent de façon similaire lorsque la température du bain d'incubation passe de 43°C à 5°C.

2 - Rein

Comme pour le tissu précédent les données bibliographiques sont assez contradictoires. KAYSER (1954 a et b) indique que l'incrément thermique dans le cas du rein de hamster européen (Cricetus cricetus) est plus bas que chez le rat pour une gamme de température comprises entre 5°C et 38°C. Pour MEYER et MORRISON (1960) il n'y a pas de différence entre les Q10 calculés entre 15°C et 37°5 ; cependant pour l'intervalle compris entre 5° et 15° ils trouvent des valeurs plus élevées chez le Spermophile en hibernation. Chez le Lérot nous trouvons des valeurs plus élevées du Q10 calculé entre 6°C et 16°C par rapport aux autres températures d'incubation. Les différences qui paraissent exister (tableau n° 66) entre les groupes expérimentaux seraient à confirmer ultérieurement en augmentant le nombre d'expériences. HORWITZ (1964) attribue les différences qu'elle observe dans les QO_2 de rein chez des chauves souris hypothermiques ou actives mesurées à 37°C, 30°C, 23°C, 16°C et 9°C, aux modifications du milieu intérieur entraînées par l'état d'hibernation. Nos résultats ne font pas apparaître de différence en fonction de l'état physiologique de l'animal. Seule l'augmentation de la QO_2 du tissu ré-

nal d'animaux alimentés est à signaler.

De plus si l'on compare les QO_2 exprimées en µl O_2/h/g de tissu sec dans les cinq tissus étudiés, on remarquera que c'est le rein qui consomme le plus à toutes les températures d'incubation. Ce résultat est en accord avec les observations de REDMOND et LAYNE (1958) et de MEYER et MORRISON (1960). Ces auteurs cependant n'ont pas étudié la consommation d'oxygène du tissu adipeux brun, car dans ce cas BRUCE et WIEBERS (1966), JOEL (1964), HAYWARD (1965), signalent des QO_2 de graisse brune très élevées. Toutefois ces mêmes chercheurs n'ont pas mesuré la consommation d'oxygène de coupes de rein. Néanmoins le niveau métabolique relativement élevé du tissu rénal aux basses températures peut s'expliquer par son travail d'excrétion indispensable au maintien d'une répartition des électrolytes dans le milieu intérieur conditionnant la survie en hypothermie.

3 - Foie

Pendant la période hibernale les QO_2 de coupes de foie d'animaux en cours de réchauffement et actifs sont comparables. Avec la reprise de l'alimentation nous enregistrons une augmentation de la consommation d'oxygène du tissu hépatique qui explique les variations saisonnières enregistrées. Les lérots alimentés pendant la période de vie active présentent des foies très riches en glycogène. Les coupes de tissu dans ces conditions disposent d'un substrat énergétique endogène supérieur à celui des coupes de tissu hépatique prélevé chez les lérots en hibernation privés de nourriture soit spontanément soit artificiellement. MEYER et MORRISON (1960) notent une augmentation passagère de la QO_2 (mesurée à 37°C) du foie de Spermophile dans les premiers jours d'hibernation, qui cesse très rapidement. Les coupes de foie d'animaux en hibernation profonde, présentent une chute de la consommation d'oxygène par rapport aux QO_2 enregistrées en préhibernation. Pour ces auteurs il y aurait des variations saisonnières.

L'accord est loin d'être fait sur des différences éventuelles entre les QO_2 de tissu hépatique prélevé chez des animaux endormis ou actifs. Ainsi DENYES et HASSETT (1960) chez le Hamster et BURLINGTON (1964) chez un Spermophile, constatent que les consommations d'oxygène de coupes de foie mesurées en hibernation sont légèrement supérieures à celles déterminées en période d'activi-

té. HORWITZ (1964) et HANNON et coll. (1961) trouvent l'inverse chez d'autres espèces.

4 - Coeur

Les valeurs relatives à la consommation d'oxygène du tissu cardiaque de Lérot que nous observons, sont inférieures à celles signalées par MEYER et MORRISON (1960) chez Spermophilus tridecemlineatus. Ceci peut s'expliquer par les différences qui existent d'une part dans la composition du milieu d'incubation utilisé et d'autre part dans les substrats ajoutés. En effet notre milieu d'incubation était constitué par du tampon Krebs Ringer bicarbonaté auquel on ajoutait du glucose, tandis que le leur était formé de Krebs Ringer phosphate et les substrats ajoutés contenaient du glucose, du pyruvate, du glutamate et du fumarate avec 1 % d'albumine. Dans ce cas les auteurs se plaçaient dans des conditions optimales de mesure "in vitro", car il est bien établi que le tissu cardiaque utilise préférentiellement des corps cétoniques.

Les données bibliographiques sur la QO_2 de coeur d'hibernants sont assez rares et parfois contradictoires. Nous nous référons ici aux travaux de SOUTH (1958) et de HANNON et coll. (1961) d'une part et à ceux de MEYER et MORRISON (1960) et de BURLINGTON (1964) d'autre part. BRUCE et WIEBERS (1966) mesurant à 35°C la QO_2 de tissu cardiaque chez la chauve souris, enregistrent des valeurs plus basses chez les animaux hypothermiques que chez les animaux actifs. Les valeurs enregistrées à 16°C sont plus élevées que celles à 35°C.

Nos résultats (tableau n° 65) indiquent que le coeur de Lérot conserve une activité notable pour une température d'incubation aussi basse que 6°C, de l'ordre de 40 à 60 % de celle enregistrée à 37°C. Plus remarquable est le fait que l'activité maximale soit enregistrée chez les lérots en cours de réchauffement c'est-à-dire 30 à 40 minutes après la stimulation du réveil, alors que la température colonique est voisine de 16°C.

Les QO_2 de myocarde d'animaux en cours de réveil et actifs sont significativement différentes pour tous les bains d'incubation. Nous avons montré chez le Lérot que pendant l'endormissement et la période de sommeil qui lui succède le taux du glycogène cardiaque est élevé. Par contre il commence à diminuer dès la

vingtième minute de réveil et reste très bas chez les animaux actifs. Le glycogène dans le muscle cardiaque est utilisé complètement au cours du processus de réchauffement. Les coupes de myocarde d'animaux en cours de réchauffement (t° colonique 16°C) préalablement stimulées par le déclenchement du processus du réveil ont par conséquent à leur disposition beaucoup plus de glycogène intracellulaire que celles de lérots redevenus homéothermes. On peut concevoir ainsi les différences dans les QO_2 entre les deux états physiologiques. Plus difficile est l'interprétation du fait que la consommation d'oxygène du muscle cardiaque est analogue ou plus élevée dans le bain à 27°C qu'à 37°C toutes choses égales par ailleurs. Ceci n'est pas une particularité des hibernants puisque nous avons observé le même résultat avec des coupes de myocarde de rat. Un fait semblable a été signalé par BRUCE et WIEBERS (1966) chez la chauve souris (Myotis lucifugus). Le muscle cardiaque présente donc certaines différences vis-à-vis de la diminution de la température du bain d'incubation si on le compare au cerveau, au foie et au rein, en ce sens que qu'il est moins affecté par la chute de la température. Il est possible qu'une enzyme ou groupes d'enzymes soient plus actifs à 27°C qu'à 37°C.

II - INFLUENCE DE LA TEMPERATURE CORPORELLE SUR LE METABOLISME DU TISSU ADIPEUX DU LEROT

A - Consommation d'oxygène de la graisse brune "in vitro"

La figure n° 43 représente l'intensité de la consommation d'oxygène de coupes de graisse brune prélevée sur des animaux hypothermiques, en cours de réveil et actifs, à quatre températures d'incubation. Nous avons pris en considération les résultats des vingt premières minutes d'incubation (tableau n° 64). On note que la graisse brune de Lérot en début de réchauffement (t° colonique 16°C) présente dans chaque bain une activité métabolique respiratoire plus importante que dans les autres cas. Toutefois, cette augmentation de la consommation d'oxygène par ce tissu, conséquence de la stimulation du réveil, paraît d'autant moins accentuée que la température d'incubation est plus élevée. Ainsi à 37°C la différence avec la graisse brune de l'animal endormi (t° colonique 6°C) n'est plus significative.

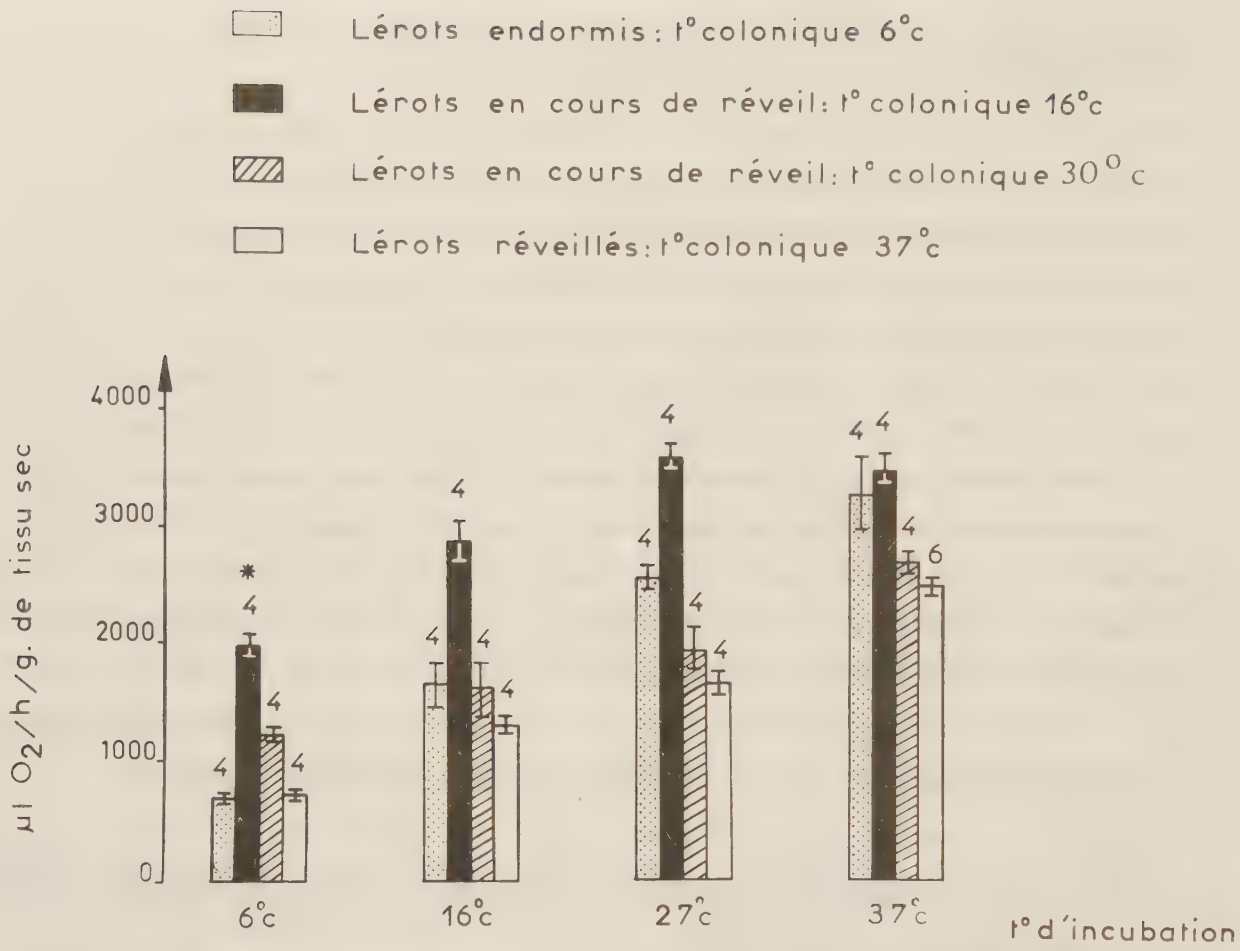


Figure n°43- Consommation d'oxygène de coupes de Graisse Brune prélevée sur des lérots dans quatre états physiologiques différents, mesurée aux températures d'incubation de 6°C, 16°C, 27°C et 37°C.

** nombre d'animaux* *I . erreur standard à la moyenne*

On note aussi que la consommation du tissu adipeux brun du Lérot (t° colonique 16°C) n'augmente pas au delà de 27°C et reste toujours importante aux basses températures d'incubation. A 6°C son activité métabolique représente 57% de celle observée à 37°C. Dans les autres cas, la consommation d'oxygène est affectée normalement par les variations de la température. Toutefois dans le cas de l'animal en fin de réchauffement (t° colonique 30°C) ce pourcentage reste élevé (45 %). Si l'animal est actif ou hypothermique la consommation d'oxygène de

la graisse brune représente à 6°C moins de 30 °/ de celle mesurée à 37°C. Ainsi suivant l'état physiologique de l'animal nous enregistrons une action différentielle de la température.

B - Lipolyse des tissus adipeux brun et blanc

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après et la figure n° 44.

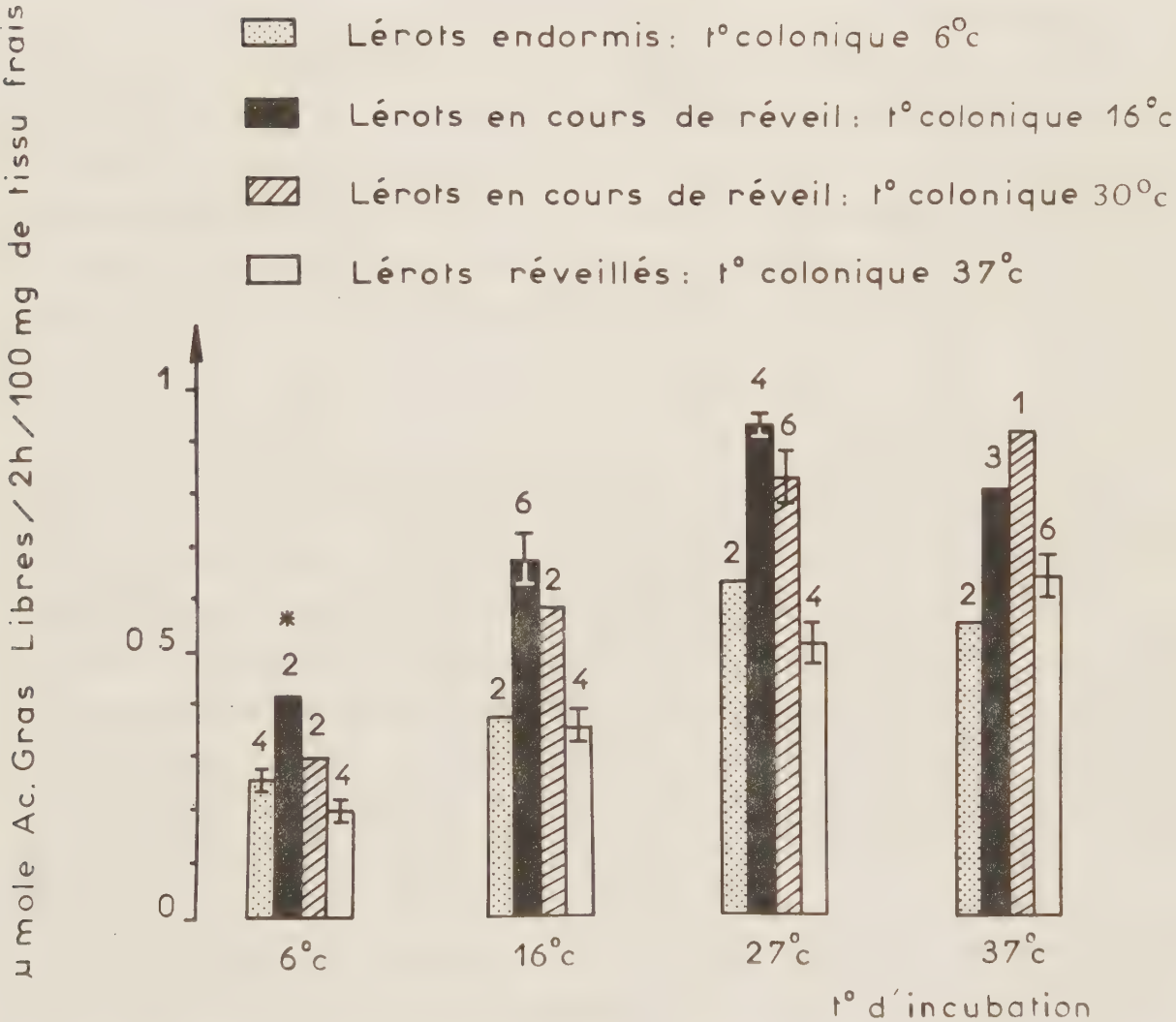


Figure n°44- Activité lipolytique de coupes de Graisse Brune prélevée sur des lérots dans quatre états physiologiques différents, mesurée aux températures d'incubation de 6°C, 16°C, 27°C, 37°C.

** nombre d'animaux* *l erreur standard à la moyenne*

Glycérol et AGL libérés "in vitro" par la graisse brune et le tissu adipeux blanc périrénal de lérots dans différents états physiologiques, à quatre températures d'incubation. Les résultats sont exprimés en µmole/2h/100 mg de tissu frais

T°	ETAT DES ANIMAUX							
	Endormis T°c : 6°C		En cours de réveil T°c : 16°C		En cours de réveil T°c : 30°C		Réveillés T°c : 37°C	
	GRAISSE BRUNE							
	AGL	glycérol	AGL	glycérol	AGL	glycérol	AGL	glycérol
37°C	0,56* (2)	0,35 (2)	0,82 (3)	0,53 (3)	0,93 (1)	0,64 (1)	0,65 (6) ± 0,04	0,42 (6) ± 0,04
27°C	0,64 (2)	0,34 (2)	0,94 (4) ± 0,015	0,52 (3)	0,84 (6) ± 0,05	0,40 (6) ± 0,03	0,52 (4) ± 0,04	0,28 (4) ± 0,01
16°C	0,38 (2)	0,18 (2)	0,68 (6) ± 0,05	0,30 (6) ± 0,02	0,59 (2)	0,28 (2)	0,36 (4) ± 0,03	0,20 (4) ± 0,02
6°C	0,26 (4) ± 0,02**	0,14 (4) ± 0,02	0,42 (2)	0,18 (2)	0,30 (6)	0,10 (2)	0,20 (4) ± 0,02	0,10 (4) ± 0,01
	TISSU ADIPEUX BLANC							
	AGL	glycérol	AGL	glycérol	AGL	glycérol	AGL	glycérol
37°C	0,24 (2)	0,17 (2)	0,28 (3)	0,16 (3)	0,38 (1)	0,15 (1)	0,26 (2)	0,12 (2)
27°C	0,25 (2)	0,12 (2)	0,24 (2)	0,09 (2)	0,27 (2)	0,10 (2)	0,21 (2)	0,10 (2)
16°C	0,13 (1)	0,04 (2)	0,19 (2)	0,06 (2)	0,26 (2)	0,08 (2)	0,18 (2)	0,10 (2)
6°C	0,12 (2)	0,03 (2)	0,14 (2)	0,04 (2)	0,16 (2)	0,04 (2)	0,15 (2)	0,05 (2)

*- nombre d'animaux

**-erreur standard à la moyenne

T°- température d'incubation

Comme dans l'étude de la consommation d'oxygène c'est en cours de réchauffement que la graisse brune libère le maximum d'AGL dans le milieu pour chaque température d'incubation. Un fait semblable s'observe si l'on prend comme référence le glycérol. Le réveil entraîne donc une stimulation du tissu adipeux brun. On retrouve aussi l'action différentielle de la température d'incubation non seulement dans la graisse brune prélevée chez l'animal qui se réveille (t° colonique 16°C) mais aussi chez le Lérot endormi (t° colonique 6°C) chez lequel la lipolyse à 6°C représente 46 % de celle enregistrée à 37°C.

Le tissu adipeux blanc ne manifeste pas de modifications semblables. Le retour à l'homéothermie ne se traduit pas apparemment par une stimulation de la lipolyse "in vitro" dans ce tissu. On peut toutefois remarquer que pour les animaux en fin de réchauffement (t° colonique 30°C) les valeurs des AGL sont dans quelques cas plus élevées (bain à 16°C et 37°C). Cependant si l'on considère la libération de glycérol on ne note pas de variation . Enfin la lipolyse dans le tissu adipeux blanc est toujours plus faible que dans la graisse brune.

C - DISCUSSION

De façon générale, la lipolyse exprimée par rapport au poids frais est plus intense, toutes choses égales par ailleurs, dans le tissu adipeux brun que dans la graisse périrénale. Cette différence est encore plus nette si on exprime les résultats par rapport aux glycérides, car le tissu adipeux blanc est au moins trois fois plus riche en glycérides que la graisse brune. Dans ces conditions on pourrait dire que l'activité lipolytique de la graisse brune, tout au moins chez l'animal actif ou hypothermique, est en moyenne six fois plus intense que celle du tissu adipeux blanc chez le Lérot. Ces résultats confirment les données antérieures concernant le métabolisme élevé de la graisse brune des animaux hibernants (HOOK et BARRON, 1941 ; BRUCE et WIEBERS, 1966).

Nous retrouvons aussi le fait déjà signalé pour la consommation d'oxygène par d'autres auteurs, que nous observons au niveau de la lipolyse, que les basses températures affectent moins le métabolisme du tissu brun que celui du tissu adipeux blanc. Ainsi à 6°C de température corporelle, dans un bain d'incubation à 6°C, le tissu blanc conserve 17 % de l'activité mesurée à 37°C, alors que la grais-

se brune en conserve 40 % en prenant comme critère la libération de glycérol. On ne saurait prendre en considération pour la lipolyse uniquement les acides gras libérés sans tenir compte de leur réestérification et de leur oxydation intracellulaire qui sont précisément notables dans la graisse brune (BALL et JUNGAS, 1964 ;DAWKINS et HULL, 1964).

Une particularité doit être signalée pour ce dernier tissu : lorsque les prélèvements sont effectués dans la première moitié du réveil, la température d'incubation optimale est non pas 37° mais 27°, tant pour la consommation d'oxygène que pour la lipolyse. Ce résultat qui rappelle d'autres faits semblables en biologie ne saurait être expliqué par notre travail.

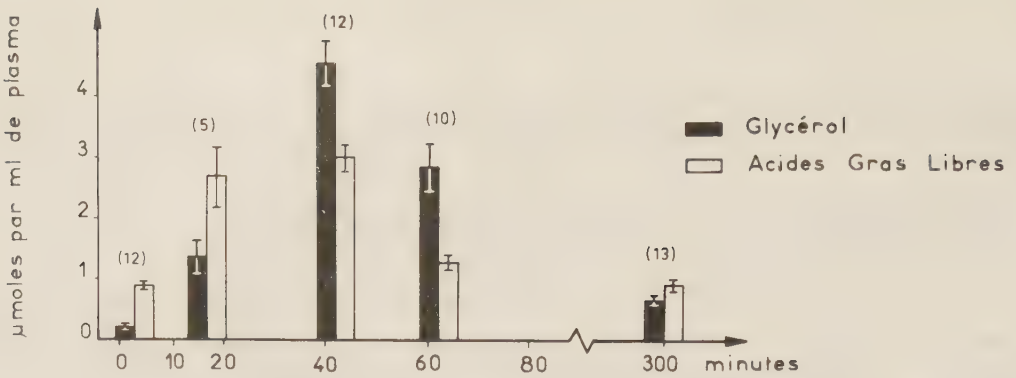
Mais surtout, les expériences relatives à la consommation d'oxygène et à la lipolyse "in vitro" montrent en outre que l'activité métabolique de la graisse brune dépend très nettement du moment où a été effectué le prélèvement au cours du réchauffement et ceci quelque soit la température d'incubation, contrairement à ce qui se passe pour la graisse périrénale. C'est vers la 40ème minute, lorsque la température rectale est de 16°C et la température thoracique de 25°C à 30°C que la graisse brune présente l'activité maximale. Le mécanisme cellulaire de cette stimulation reste encore obscur. On doit envisager qu'au début du réveil une stimulation des nerfs sympathiques provoque une activation de la production de chaleur dans ce tissu. Cette stimulation entraîne l'hydrolyse des glycérides, suivie d'une utilisation "in situ" ou périphérique des acides gras libérés. WILLIAMSON (1970) a montré que l'augmentation de la consommation d'oxygène dans la graisse brune de hamster par la noradrénaline s'accompagne d'une diminution importante d'ATP. Il est admis actuellement que l'augmentation de la consommation d'oxygène dans un tissu est la conséquence soit d'une utilisation accrue des composés riches en énergie soit d'une diminution du couplage des oxydations phosphorylantes dans la chaîne oxydative (KORNACKER et BALL, 1968). Dans le cas de la graisse brune il est possible que l'activation d'une partie des acides gras libérés, précédant leur oxydation entraîne une diminution du niveau d'ATP, d'où résulte une stimulation de la respiration cellulaire. Selon WILLIAMSON (1970) les AGL dans ce tissu peuvent être considérés comme des agents intervenant dans le contrôle du métabolisme respiratoire. Nos résultats illustrent cette hypothèse puisque l'on observe une stimulation con-

comitante de la respiration et de la lipolyse au moment du réchauffement.

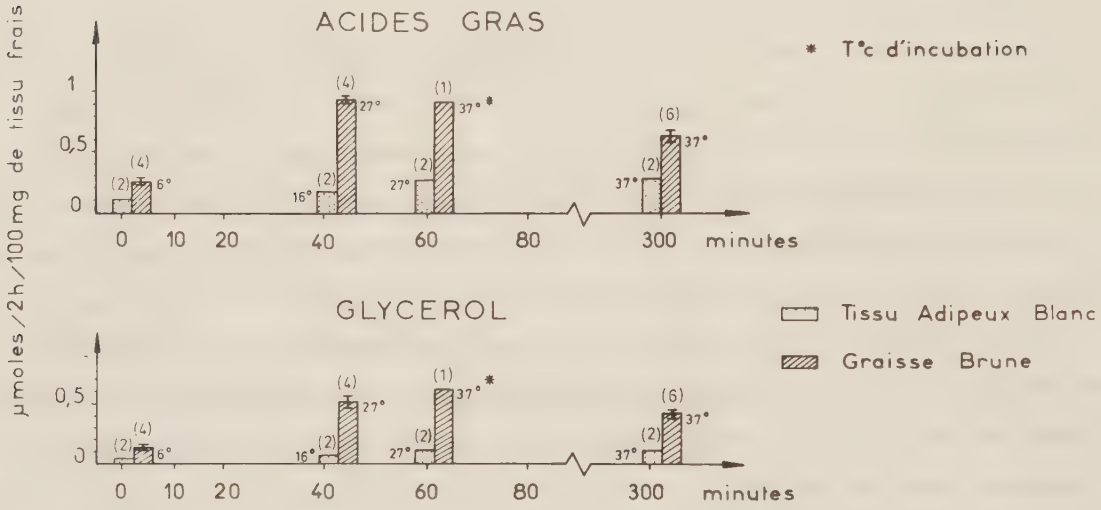
Confrontation des résultats obtenus "in vitro" et "in vivo"

Dans ces conditions il est évidemment intéressant d'examiner les variations de la lipolyse du tissu adipeux enfonction de la durée du réchauffement de l'animal de manière à pouvoir confronter les résultats avec les données correspondantes observées au niveau du plasma et aussi au niveau de la graisse brune. On constate ainsi que le réchauffement entraîne une augmentation très importante du glycérol et des acides gras plasmatiques. SUOMALAINEN et SAARIKOSKI (1967) ont montré un fait analogue chez le hérisson en comparant les valeurs en hypothermie, au milieu du réveil et chez l'animal actif. Nos résultats décrivent les nombreuses étapes de cette évolution et montrent que la hausse du glycérol et des acides gras est extrêmement précoce, puisque des changements significatifs peuvent être notés après des temps aussi courts que cinq minutes après la stimulation du réveil, alors que la température de l'animal est encore voisine de 6°C. Il y a lieu d'insister aussi sur les valeurs très élevées qu'atteignent ces constituants, en particulier le glycérol plasmatique, vers le 40ème minute. Par la suite la concentration de ces composés diminue nettement.

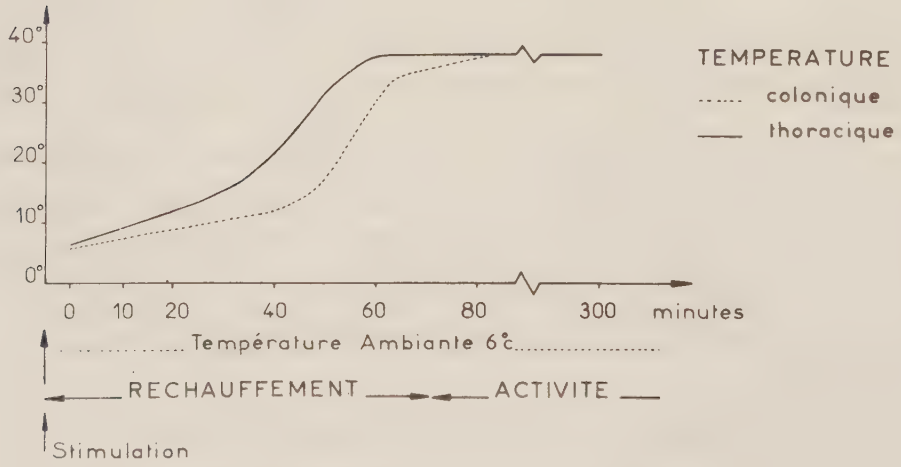
Pour expliquer cette diminution on peut envisager plusieurs possibilités. Tout d'abord la lipolyse peut être devenue moins intense, comme le suggèrent les valeurs enregistrées. D'autre part, c'est à peu près à ce moment que la circulation dans la partie inférieure du corps se rétablit, comme le laisse supposer d'ailleurs la pente de la courbe de la température colonique enregistrée chez les animaux (fig. 45 c) et cette augmentation du volume circulant entraîne nécessairement une diminution de la concentration des constituants plasmatiques. Enfin il y a lieu d'attribuer un rôle à l'augmentation des oxydations cellulaires chez l'animal, qui se manifeste nettement à ce stade du réchauffement et dont la conséquence est également de diminuer le taux des acides gras libres plasmatiques. En faveur de cette conception on doit noter l'inversion du rapport AGL/glycérol dans le plasma (fig. 45a), les valeurs des acides gras libres devenant très inférieures à celles du glycérol, en particulier au bout d'une heure, ce qui suggère une utilisation accrue des lipides pour les oxydations.



(a) EVOLUTION DES ACIDES GRAS LIBRES ET DU GLYCEROL PLASMATIQUES AU COURS DU REVEIL DU LEROT



(b) VARIATIONS DE LA LIPOLYSE "IN VITRO" DE LA GRAISSE BRUNE ET DU TISSU ADIPEUX BLANC PRELEVES SUR LE LEROT EN COURS DE REVEIL.



(c) EVOLUTION DES TEMPERATURES COLONIQUE ET THORACIQUE AU COURS DU REVEIL DU LEROT.

Figure n°45- Evolution de quelques paramètres biochimiques au cours du réveil du Lérot.
Dans l'élaboration de la partie (b) nous tenons compte de la différence de température qui existe entre les tissus adipeux brun et blanc pendant le réveil. La température de la Graisse Brune axillaire est voisine de celle du thorax pendant tout le réchauffement et la température de la graisse périrénale sensiblement égale à celle du colon. Le nombre d'animaux est indiqué entre les parenthèses.

La confrontation entre les valeurs des AGL et du glycérol plasmatiques observées en fonction du temps, et les résultats concernant l'intensité de la lipolyse dans la graisse brune, montre un parallélisme évident. La surcharge du plasma est d'autant plus importante que la lipolyse "in situ" est elle-même intense lorsque les tissus sont incubés aux températures correspondantes (fig. 45 b).

La brutale mobilisation lipidique qui survient immédiatement après la stimulation du réveil doit être mise en relation avec la déplétion de la graisse brune, de l'ordre de 30 % pour les glycérides, qui avait déjà été décrite chez le Spermophile (JOEL, 1965 ; SPENCER et coll. 1966) et que nous retrouvons chez le Lérot. Chez ce dernier animal la diminution des glycérides de la graisse brune s'effectue en moins de deux heures et nous avons montré que la reconstitution du stock lipidique paraît déjà complète cinq heures après le début du réveil.

La réplétion de la graisse brune en glycérides est donc extrêmement rapide. La reconstitution du stock lipidique dans ce tissu est en accord avec l'augmentation de la lipogénèse dans le tissu brun interscapulaire notée chez le hamster actif par BAUMBER et DENYES (1964). Il est généralement admis que la mobilisation au niveau de la graisse brune s'effectue par l'intermédiaire de l'innervation sympathique quelqu'en soient les modalités (WIRSEN et HAMBERGER, 1967). D'ailleurs, la rapidité du processus chez le Lérot exclut une action hormonale, tout au moins celle de la noradrénaline ou du glucagon, car l'activation de la médullo-surrénale et des cellules A du pancréas n'est guère décelable avant la 30ème minute consécutive au stimulus du réveil (AGID et coll. 1967).

La participation de la graisse blanche à la mobilisation lipidique au cours du processus du réchauffement est néanmoins évidente, même si l'intensité de la

lipolyse de ce tissu est moindre. En effet sa masse est beaucoup plus considérable, alors que celle de la graisse brune ne représente guère que 2 à 3 % du poids du corps. Mais il est probable que les acides gras de la graisse périrénale sont libérés plus tardivement et servent en particulier à reconstituer les réserves de la graisse brune. En faveur de cette conception il y a lieu de remarquer que la localisation anatomique de la graisse blanche suggère que la circulation sanguine y est relativement faible au début du réchauffement. Mais de plus, les mesures que nous avons effectuées prouvent que lorsque la température corporelle est basse la lipolyse du tissu blanc est infime, alors que celle du tissu brun est relativement peu affectée par les températures basses ; et surtout que le stimulus du réveil augmente encore davantage la lipolyse de la graisse brune quelque soit la température d'incubation, mais pas celle de la graisse périrénale. Ces arguments montrent qu'au début du réchauffement en tout cas, la participation de la graisse brune à la mobilisation est prépondérante, sinon exclusive, étant entendu qu'une partie des acides gras libérés est utilisée "in situ" pour la thermogénèse. Mais un autre argument en faveur du rôle évident des glycérides de la graisse brune dans la mobilisation lipidique ressort du fait que tous les processus que nous avons décrits s'observent encore en fin d'hibernation, au moment où la masse de la graisse brune est à peine diminuée par rapport au début de l'hibernation alors que les réserves adipeuses périrénales ont quasi disparu.

En définitive, nos expériences confirment amplement les résultats obtenus chez d'autres hibernants concernant l'utilisation des glycérides de la graisse brune au moment du réveil. De plus les nombreuses mesures effectuées en fonction du temps au cours du réchauffement spontané, et la confrontation des données obtenues simultanément au niveau de la graisse brune et du plasma, permettent de préciser la chronologie des évènements. Les expériences font ressortir en particulier la rapidité et l'intensité extrême du processus de mobilisation. Le fait que la graisse brune est relativement peu affectée par les températures corporelles basses, le fait également que cette graisse brune persiste chez l'animal presque dépourvu de réserves adipeuses blanches en fin d'hibernation, montrent que c'est au tout premier stade du réchauffement que ce tissu est mis à contribution.

chapitre IV

MOUVEMENTS DE DIVERS COMPOSES GLUCIDIQUES ET LIPIDIQUES DES TISSUS DU LEROT ENTRAINES PAR LE JEUNE

I - RESULTATS

A - Plasma

B - Foie : mise en évidence d'une stéatose hépatique

C - Coeur : augmentation des lipides du tissu cardiaque

D - Graisse brune : augmentation des AGT du tissu adipeux brun

E - Influence de la température ambiante

F - Modifications des glandes endocrines

II - DISCUSSION

Les modifications métaboliques que nous avons décrites pendant l'hibernation, au cours des phases de sommeil d'une part et des périodes de réveil d'autre part, peuvent être attribuées pour une part à l'état d'hypothermie et à la privation imposée ou même spontanée de la nourriture. Pendant cette période de léthargie hibernale, il est difficile de dissocier l'effet de ces deux paramètres car l'un entraîne l'autre et réciproquement. Dans notre étude sur l'écologie du Lérot, nous avons noté que le jeûne peut agir à n'importe quelle période de l'année en provoquant un état de torpeur hypothermique sans que les animaux soient exposés au froid. En complément aux expériences effectuées pendant la période de vie active il nous a paru intéressant d'examiner les effets propre du jeûne sur les taux tissulaires de quelques constituants glucidiques et lipidiques.

Cette étude porte sur 100 lérots répartis dans des lots homogènes et sacrifiés à des périodes variables étalées sur les mois d'Avril à Septembre et au cours de quatre années. Le conditionnement des animaux reste identique à celui déjà décrit et les durées du jeûne sont en général comprises entre un et sept jours. Les tissus analysés sont le plasma, le foie, le coeur et la graisse brune.

I - RESULTATS

A - Plasma

La privation de nourriture et d'eau entraîne une augmentation légère mais significative de l'hématocrite. On note une valeur moyenne de 49 % chez 13 lérots nourris contre 52 % chez 13 animaux à jeun. Les taux du glucose plasmatique ne semblent pas modifiés chez les lérots à jeun et encore actifs au début de la période de vie active (tableau n° 70). Par contre, dans les autres lots sacrifiés en Mai, Juillet (tableaux n° 8 et 9) et Septembre (tableau n° 71), on observe une hypoglycémie précoce et durable qui se trouve accentuée par l'entrée en hypothermie. Selon les nombreux lots étudiés, l'hypoglycémie est d'ailleurs variable, parfois modeste, et d'autre part, l'hypothermie se manifeste après une durée de jeûne variable (en général au bout de deux à trois jours) quelque soit la température ambiante. Lorsque la température ambiante est relativement basse (10°C), l'hypothermie apparaît au bout de 24 h.

Chez les mêmes animaux euthermiques et à jeun les taux d'acide lactique sont voisins de ceux rencontrés chez les témoins alimentés.

En ce qui concerne les constituants lipidiques du plasma, on peut noter (les résultats complets sont inclus dans les tableaux n° 15, 16, 18, 70 et 71) que les taux des AGL sont très élevés chez les animaux privés de nourriture. Les valeurs extrêmes sont de 21 et 76 mg % chez les lérots actifs à jeun contre 5 et 27mg % chez les témoins. Les autres constituants lipidiques étudiés ne varient pas (tableau ci-dessous) à l'exception peut être des AGT plasmatiques qui auraient tendance à diminuer selon les lots.

Constituants lipidiques dans le plasma de lérots privés de nourriture ou alimentés sacrifiés au mois de Juillet

Nombre de lérots	AGT	CT	CE	CL	PL
	valeurs en mg p. 100 ml				
Nourris (6)	702 ± 64	$235 \pm 7,5$	170 ± 6	65 ± 4	$21 \pm 1,2$
privés de nourriture (6)	633 ± 53	223 ± 21	163 ± 15	60 ± 6	$19 \pm 1,6$

AGT : acides gras totaux
CT : cholestérol total
CE : cholestérol estérifié
CL : cholestérol libre
PL : phosphore lipidique

En résumé le jeûne entraîne au niveau du plasma une hypoglycémie durable et une augmentation très importante du taux des AGL. Ces résultats sont bien différents de ceux rencontrés chez les animaux privés de nourriture et réveillés pendant l'hibernation.

B - Foie : mise en évidence d'une stéatose hépatique

Des périodes de jeûne comprises entre un et sept jours entraînent une chute très importante du glycogène hépatique, qui paraît moins sévère chez les animaux sacrifiés en période d'hypothermie. Ainsi dans deux séries expérimentales, réalisées en Mai et Juillet, nous observons les résultats suivants :

Etat des animaux	nombre	Epoque	Glycogène hépatique mg p. 100 g frais
Animaux nourris, actifs	11	Mai	5853 ± 1695
	16	Juillet	5855 ± 1514
Animaux à jeun, redevenus actifs après une courte phase d'hypothermie	7	Mai	272 ± 188
	13	Juillet	576 ± 188
Animaux à jeun et hypothermiques	9	Mai	745 ± 146
	11	Juillet	1036 ± 388

C'est au niveau des lipides hépatiques que l'on observe le résultat le plus spectaculaire : dans tous les cas, le jeûne entraîne une élévation progressive et très vite considérable du niveau des AGT du foie. Ces derniers augmentent dès la 48ème heure de jeûne et cette augmentation qui a été observée sur plus de 80 lérots est très significative (fig. n° 46). Cette stéatose hépatique induite par le jeûne, se retrouve à toute saison, d'ailleurs avec une intensité variable. Pendant la vie active le taux moyen des AGT hépatiques est de 3,5 g p. 100 g avec des valeurs extrêmes de 2,6 g % et 4,5 g %. Or, si des animaux sont maintenus à jeun et actifs la valeur moyenne s'établit à 8 g p. 100 g et il n'est pas rare d'observer des taux aussi élevés que 20 et 24 g p. 100 g de tissu frais (tableaux n° 67 et 70). De pareilles valeurs sont le témoin d'une stéatose hépatique tout à fait remarquable telle qu'on ne saurait la réaliser par des procédés nutritionnels exceptionnels. Il y a lieu d'observer comme le montre la figure n° 46 que la surcharge en glycérides entraînée par l'inanition pendant la vie active est nettement supérieure à celle que l'on observe en hibernation. Ainsi en Décembre nous enregistrons une augmentation de 65 % dans les taux des AGT du foie de lérots par rapport aux témoins (les résultats étant exprimés par rapport à 100 g de poids corporel) contre 150 % en Avril ou Septembre.

Cette élévation des AGT est moins intense en Juillet au moment de l'estivation. Au cours d'une expérience effectuée à cette époque nous avons examiné la composition du foie. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

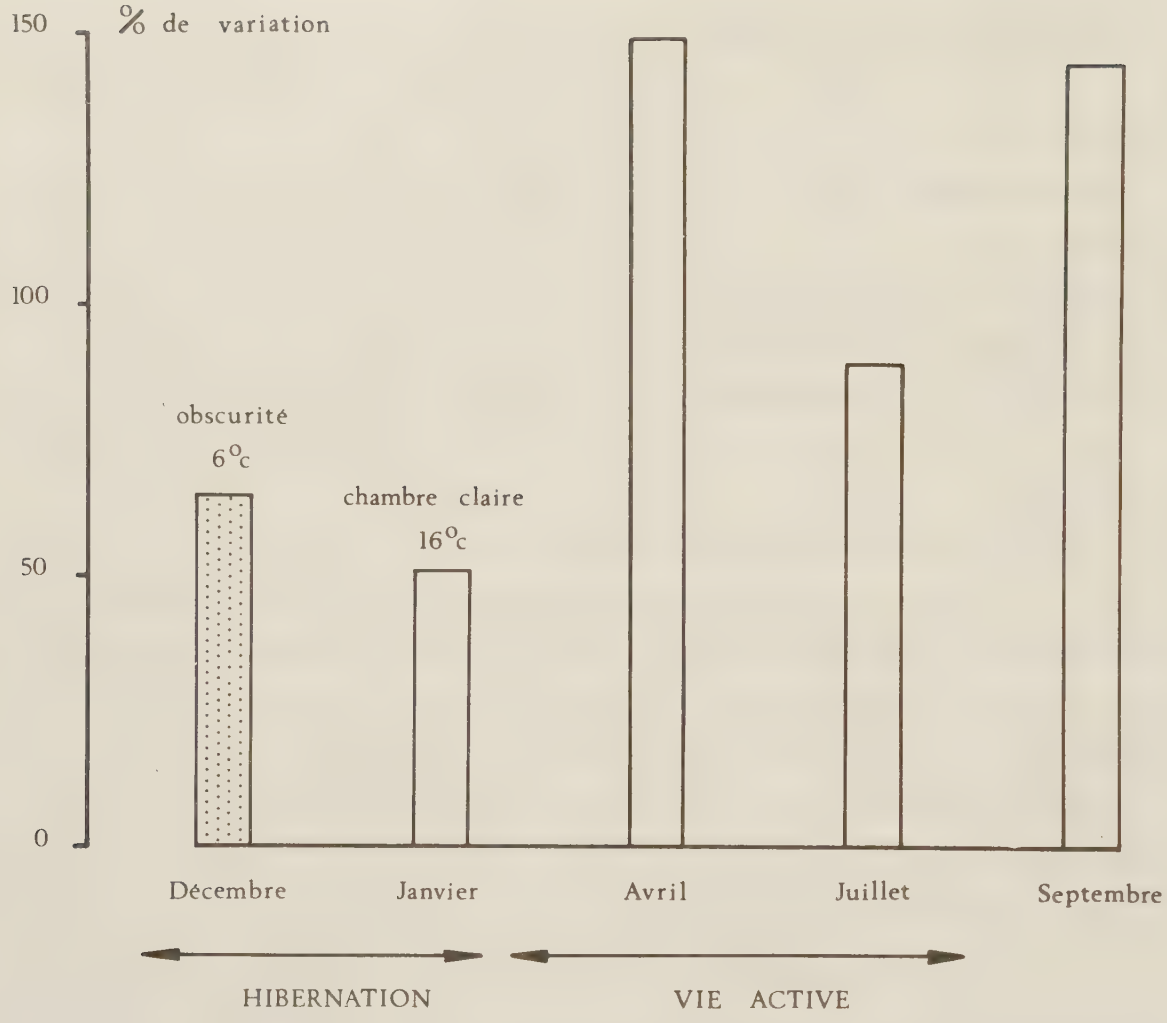


Figure n°4 6- Effet du jeûne sur les acides gras totaux hépatiques à différentes périodes de l'année, chez le Lérot.
Nous avons représenté le pourcentage d'augmentation calculé à partir des valeurs moyennes exprimées en mg p.100 g de poids corporel dans chaque lot expérimental ou témoin. Le nombre d'animaux était de 15 en Décembre, 20 en Janvier, 10 en Avril, 24 en Juillet, 28 en Septembre. Noter que le jeûne entraîne une stéatose hépatique à toute saison.

Certaines différences ne sont plus significatives si l'on exprime les résultats en valeurs absolues (par rapport à 100 g de poids corporel de Lérot) ;

Constituants lipidiques dans le foie de lérots privés de nourriture et alimentés

Nombre de lérots	AGT	CT	CE	CL	PL
	Valeurs exprimées en mg p. 100 g de foie				
Nourris (5)	3768 ± 516	342 ± 35,2	117 ± 25,2	225 ± 12,8	134 ± 8
A jeun (7)	7118 ± 619	428 ± 16	184 ± 13,5	244 ± 6,3	157 ± 3
P	0,01	0,05	0,05	NS	0,02

c'est le cas pour le phosphore lipidique. Par contre pour le cholestérol estérifié l'augmentation est notable.

Toutefois il est clair que la stéatose hépatique est due principalement à une hausse des triglycérides. Cette accumulation des triglycérides dans le foie des animaux privés de nourriture s'accompagne par ailleurs d'une désaturation des AGT constitutifs puisque le pourcentage de l'acide oléique passe de 33 % à 48 % environ dans le lot sacrifié au mois de Juillet (tableaux n° 41 et 42). Ce phénomène se retrouve dans le cas des animaux privés de nourriture en Septembre où nous enregistrons 56 % contre 33 % chez les animaux nourris (tableau n° 67). On note aussi une diminution de l'acide arachidonique après quatre jours de jeûne. Toutes ces modifications entraînées par le jeûne pendant la vie active ne sont pas sans rappeler les variations enregistrées pendant la période hivernale.

Les résultats de l'étude histologique effectuée dans le laboratoire de Monsieur GABE confirment nos données analytiques. En effet il y a un balancement net entre le taux des lipides et celui du glycogène ; des lipides sont décelables uniquement chez les individus dont le foie est dépourvu de glycogène c'est-à-dire chez les lérots privés de nourriture.

C - Coeur : augmentation des lipides du tissu cardiaque

Le jeûne entraîne une diminution du glycogène dans le tissu cardiaque plus accentuée que dans le muscle squelettique (tableau n° 70). Il faut toutefois remarquer que les taux de ce composé restent élevés quand l'animal privé de nourri-

ture est sacrifié en période d'hypothermie.

Les AGT dans le muscle cardiaque des lérots privés de nourriture augmentent de 27 % au bout de sept jours seulement, en Juillet, et de 36 % après quatre jours de jeûne en Septembre (tableaux n° 30, 31 et 71). En définitive l'augmentation des AGT dans le tissu cardiaque est moins importante et plus tardive que dans le tissu hépatique. Cette action du jeûne imposé pendant la vie active rappelle les modifications spontanées enregistrées pendant la période de torpeur hibernale.

D - Graisse brune : augmentation des AGT du tissu adipeux brun

Ce tissu est également affecté par le jeûne. Le glycogène a complètement disparu au bout de quatre jours de privation de nourriture (tableau n° 71). Quant aux AGT ils augmentent notablement après des périodes de jeûne comprises entre deux et sept jours malgré certaines irrégularités dans les valeurs individuelles.

Dans les lots d'animaux sacrifiés en Avril, Juillet (en hypothermie) et Septembre nous notons des augmentations respectivement de 32,5 %, 36 % et de 35 %. Nous signalerons que pendant la période de Juillet, seuls les AGT de la graisse brune d'animaux à la fois à jeun et hypothermiques, ont augmenté. En effet chez les animaux privés de nourriture sacrifiés en période d'activité (température corporelle voisine de 37°C) le taux des AGT est semblable à celui des animaux nourris, 18 g % contre 17,9 g % alors que dans le lot des lérots à jeun et hypothermiques il est de 26,5 g % (tableau n°35), la différence étant significative. Ainsi donc la privation de nourriture entraîne paradoxalement un enrichissement du tissu adipeux brun chez le Lérot alors que de toute évidence les réserves adipeuses de l'animal sont utilisées au cours du jeûne comme le prouve en outre l'élévation importante des acides gras libres plasmatiques.

E - Influence de la température ambiante

Si des lots d'animaux sont placés à la chambre froide à 6°C en Septembre (fig. n° 47), tous tombent en hypothermie qu'ils soient alimentés ou non. On

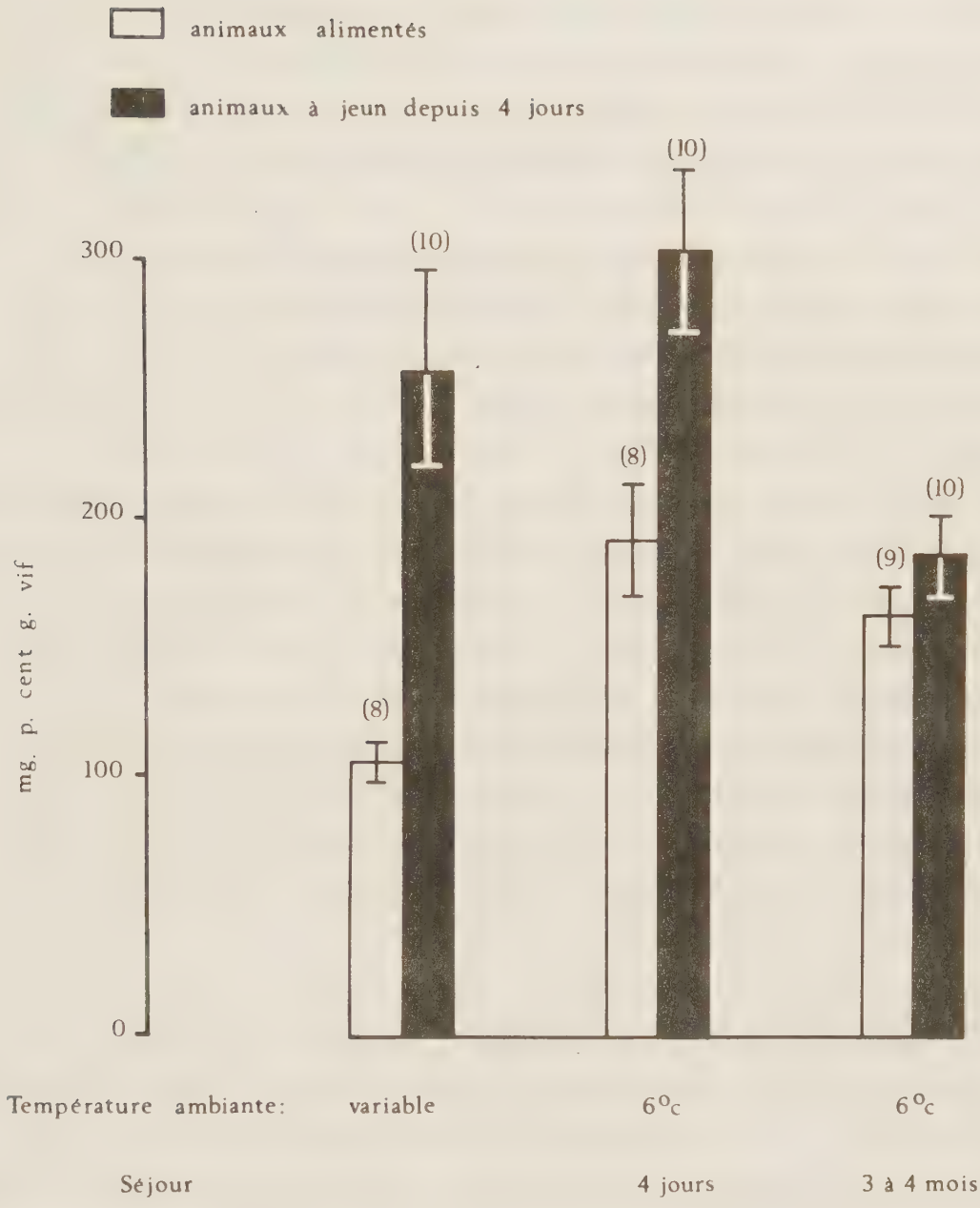


Figure n°47- Effet du jeûne et du séjour au froid sur le taux des acides gras totaux hépatiques.
Chaque rectangle représente la valeur moyenne affectée de l'erreur standard à la moyenne. Le nombre d'animaux est indiqué.

note dans tous les cas une élévation substantielle des lipides du foie qui se trouve exagérée dans le cas des animaux privés de nourriture (tableaux n° 68 et 72). De plus l'analyse des acides gras totaux par chromatographie en phase gazeuse, met en évidence une augmentation des acides gras monoinsaturés (acides oléique et palmitoléique) ainsi qu'une diminution importante de l'acide arachidonique. Chez les animaux à jeun les modifications sont identiques (tableau n° 68). Dans cette expérience il n'est pas facile de dissocier l'effet de la température de celle du jeûne. Il est pourtant intéressant d'observer également une réplétion des lipides de la graisse brune, mais seulement dans le cas des animaux privés de nourriture (tableau n° 72).

Dans le cas des 19 lérots (tableaux n° 69 et 73) maintenus pendant les trois ou quatre mois d'été à la chambre froide à 6°C, on observe (fig. n° 47) dans le lot nourri et dont le poids corporel est normal, un taux de lipides hépatiques incontestablement plus élevé que dans le lot maintenu à l'animalerie (température ambiante variable). On note enfin que la privation de nourriture depuis quatre jours, chez ces animaux adaptés aux basses températures n'est plus capable d'entraîner d'élévation des lipides hépatiques par rapport à la valeur de départ déjà élevée. Il y a lieu de signaler aussi qu'il n'y a pratiquement pas de différence dans les pourcentages des divers acides gras entre les lots maintenus à une température ambiante variable et ceux adaptés à 6°C. (tableau n° 69)

F - Modifications des glandes endocrines

Les observations relatives à 13 lérots (8 animaux soumis au jeûne et 5 nourris) autopsiés en Juillet fournissent les résultats suivants.

Chez tous les individus, la thyroïde a sensiblement le même aspect dans les deux lots d'animaux. Son activité est soit faible soit moyenne. Cette glande ne paraît pas impliquée dans les processus physiologiques mis en jeu dans ces expériences de privation de nourriture.

La médullo surrénale est surchargée de grains phéochromes chez les animaux à jeun, hypothermiques ou actifs. Par contre les granulations phéochromes sont peu abondantes chez les animaux actifs mais nourris.

L'histologie de la cortico-surrénale met en évidence des différences très nettes entre les teneurs en lipides totaux et anisotropes au niveau de la glomérulaire. Les lipides totaux dans cette zone sont un peu plus abondants chez les individus jeûneurs. En ce qui concerne les lipides biréfringents, aucune modification n'est perceptible.

Ces modifications histologiques encore fragmentaires doivent être établies sur un plus grand nombre d'examens et c'est ce que nous avons entrepris depuis. Il y a lieu de remarquer que pratiquement dans tous les cas les modifications observées au niveau des tissus et des glandes endocrines sont en relation avec la privation de nourriture. Toutefois ces données histologiques sont relatives à des animaux étudiés en Juillet, il paraît également nécessaire d'effectuer la même étude relative aux effets du jeûne à d'autres périodes de la vie active.

II - DISCUSSION

L'étude que nous venons de rapporter brièvement fournit des renseignements complémentaires qui doivent être joints à ceux que nous avons décrits dans le chapitre I concernant les effets du jeûne. Il ressortait de nos observations que la mise au jeûne entraînait pratiquement dans tous les cas, en toute saison et à toute température, l'entrée en hypothermie après des temps relativement courts (un à quatre jours).

Un point très clair ressort de nos expériences : au bout de quelques jours, la privation de nourriture entraîne l'augmentation significative et notable du taux des lipides du coeur, de la graisse brune et du foie, tissu pour lequel l'enrichissement en graisse est souvent spectaculaire.

Un certain degré de "foie gras" a certes été signalé chez les animaux soumis au jeûne (CAHN, 1956) mais l'augmentation est presque toujours minime et d'ailleurs, elle est en grande partie due à l'expression des résultats en concentration par rapport au tissu frais, car, rapporté au poids corporel des animaux le taux des lipides est plus bas, l'erreur provenant de la diminution de la masse du foie (AGID, 1953). Jamais il n'est donné d'observer des valeurs aussi considérables que celles que nous avons parfois notées, valeurs que l'on ne rencontre guère

que dans certains états pathologiques ou alors en cas de régimes alimentaires hypercaloriques. Il s'agit dans nos cas, de toute évidence, de stéatose hépatique à base de glycérides consécutive à une mobilisation intense des réserves adipeuses comme le suggère d'ailleurs le taux très élevé des AGL plasmatiques. Ces glycérides sont riches en acide oléique, donnant l'illusion d'une désaturation des acides gras du foie.

Reste le fait que les acides gras, ainsi mobilisés et qui parviennent au foie, restent bloqués dans ce tissu au lieu d'en être éliminés liés aux β lipoprotéines en vue de leur utilisation par les tissus. D'une part la mobilisation dépasse les besoins physiologiques, et d'autre part on est tenté de penser que la synthèse protéique dans le foie se fait difficilement chez ces animaux soumis au jeûne, ralentissant la formation des lipoprotéines, comme le suggèrent les valeurs normales de la lipémie. Un fait analogue s'observe chez les animaux traités par des inhibiteurs de la synthèse protéique (puromycine). C'est du moins une hypothèse qui se prête à une vérification expérimentale. Il faudrait d'ailleurs préciser davantage le rôle de l'eau et aussi l'influence de la carence en protides.

De plus, il y a lieu de noter que les animaux adaptés à une basse température pendant l'été ne sont plus sensibles à la privation de nourriture limitée à quatre jours ; c'est le seul cas que nous ayons noté, où le jeûne n'entraîne pas une augmentation supplémentaire des lipides hépatiques et nous ne pouvons qu'enregistrer le fait sans pour autant en fournir le mécanisme. On peut cependant envisager que l'inanition de quatre jours imposée à ces animaux adaptés à 6°C, n'est pas assez longue car en fait elle correspond aux durées de sommeil hypothermique chez les animaux témoins disposant de nourriture. En effet les lérots témoins placés à 6°C en été sont soumis spontanément à des périodes de jeûne du fait de l'alternance des phases de sommeil et de réveil qui se produit tous les trois ou quatre jours. Dans ces conditions il est difficile de maîtriser l'état alimentaire dans le groupe témoin.

On doit noter également que chez les animaux de laboratoire le maintien à basse température a tendance à empêcher la stéatose d'origine alimentaire par suite de l'augmentation des combustions périphériques, et c'est l'inverse chez le Lérot, en grande partie parce que le froid et le jeûne induisent au contraire l'hypo-

thermie et par suite la diminution des oxydations.

On vient de voir aussi que le jeûne entraîne rapidement l'élévation des lipides du coeur et de la graisse brune pratiquement dans tous les cas. L'image globale obtenue sur ces trois tissus rappelle en somme celle qui est observée pendant la période d'hibernation.

Dans le cas du tissu adipeux brun il est singulier d'observer au cours du jeûne la surcharge de ce tissu en lipides qui s'oppose évidemment à la déplétion observée au niveau du tissu adipeux blanc. Cette réplétion entraînée par le jeûne est du même ordre de grandeur que celle enregistrée à l'occasion des réveils périodiques pendant l'hibernation. Elle ne porte que sur les glycérides, la variation par rapport à ce constituant étant encore plus nette. Ainsi chez un Lérot de 100 g le poids de la graisse brune est environ de 2,5 g et l'augmentation des glycérides de l'ordre de 200 mg. Le comportement de la graisse brune rappelle à bien des égards celui du tissu hépatique et même sa composition, en particulier sa richesse en phospholipides. Il est clair que la graisse brune ne représente pas une réserve globale d'acides gras pour l'animal comme c'est le cas pour le tissu adipeux blanc. Les faits que nous venons de rapporter ainsi que les phénomènes de déplétion et de réplétion observés au cours des réveils périodiques sont tout à fait en faveur du rôle spécial (thermogénèse et libération d'acides gras) joué par ce tissu à l'occasion de chaque réchauffement (SMITH et HOCK, 1963 ; HAYWARD et coll. 1965 ; JOEL, 1965; AMBID et coll. 1971). Dans ces conditions la réplétion entraînée par le jeûne est tout à fait logique puisqu'aussi bien l'animal va tomber en hypothermie et qu'il utilisera les acides gras de la graisse brune pour son réchauffement.

Ce rôle intermédiaire de la graisse brune pour fournir les acides gras nécessaires aux oxydations, pendant le réchauffement, se justifie par le fait que la lipolyse reste relativement facile pour les basses températures corporelles comme nous l'avons vérifié grâce à la richesse de son équipement enzymatique qui l'oppose au tissu blanc.

On peut se demander quel est le mécanisme de cette réplétion du tissu adipeux brun que l'on observe aussi bien sous l'effet du jeûne, qu'aux courtes périodes d'activité pendant la période d'hibernation. Nous ne pouvons qu'émettre une

hypothèse en remarquant que l'activité de ce tissu est largement contrôlée par l'innervation sympathique (WIRSEN et HAMBERGER, 1967). Or il est plus ou moins admis que l'hypothermie est en relation avec une baisse du tonus sympathique et que pour le réchauffement et l'activité, c'est l'effet inverse qui se produit (CANGUILHEM et BLOCH, 1967 ; DRASKOCZY et LYMAN, 1967). Dans ces conditions l'augmentation du tonus sympathique entraînerait, non seulement le réveil et le réchauffement, mais aussi la déplétion de la graisse brune. Au contraire la mise au repos, du système sympathique et également de la médullo-surrénale et du pancréas (cellules A), favoriserait l'entrée en hypothermie et évidemment la réplétion de la glande brune, comme le fait expérimentalement la section des nerfs sympathiques. Il faudrait alors admettre que la privation de nourriture entraîne une inhibition du système sympathique. Enfin il y a lieu d'envisager également le rôle possible de la lipoprotéine lipase dont l'activité classiquement, conditionne l'entrée des acides gras dans les cellules adipeuses (ROBINSON, 1965). Bien entendu, il s'agit là d'hypothèses qui toutefois se prêtent à des vérifications expérimentales.

RESUME ET CONCLUSIONS

I - BUT ET OBJET DU TRAVAIL

II - RESUME

A - Observations écologiques relatives au Lérot en captivité

B - Evolution des paramètres biochimiques au cours des saisons et des réveils périodiques, chez le Lérot

C - Influence de la température

D - Rôle de l'état nutritionnel et influence du jeûne

I.- BUT ET OBJET DU TRAVAIL

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire sont relatives à la physiologie d'un hibernant, le Lérot. Nous avons étudié diverses modifications d'ordre physiologique et surtout biochimique qui caractérisent le cycle saisonnier et les réveils périodiques qui interrompent le sommeil hibernal. Il y a lieu de signaler qu'une étude histophysiologique a été effectuée en collaboration avec un autre groupe de chercheurs (RCP n° 113 du CNRS). Ce travail qui portait en partie sur nos propres animaux d'expérience, a permis une confrontation entre les données biochimiques et endocriniennes qui s'est révélée particulièrement fructueuse. Au cours de nos investigations sur le Lérot en captivité nous avons effectué quelques observations écologiques qui ne sauraient prétendre fournir une image exacte de la vie de cet animal dans la nature.

Le but de notre travail était double : d'une part mieux connaître et essayer de préciser les mécanismes mêmes de l'hibernation et d'autre part comparer les régulations métaboliques ralenties et modifiées par l'hypothermie, à celles des animaux homéothermes.

Au cours de nos recherches nous avons été amenés à étendre nos investigations car la division sommaire entre période d'hibernation et période d'activité nous a montré qu'il persistait concernant l'évolution de certains paramètres biochimiques des irrégularités intrigantes. Tout suggérait que ces anomalies étaient en relation avec les réchauffements périodiques dont l'influence se superposait en quelque sorte au rythme saisonnier. L'intensité et l'extrême rapidité des processus liées au réveil périodique nous ont imposé d'en étudier l'évolution en choisissant des intervalles de temps de plus en plus courts, allant jusqu'à quelques minutes. Cette étude nous a permis d'expliquer les anomalies qui se manifestaient à ces périodes et, en y joignant les données histophysiologiques correspondantes, il a été même possible de fournir des interprétations raisonnables concernant les changements du métabolisme des glucides.

Par ailleurs, il était clair que d'autres facteurs influençaient également l'hibernation, en particulier, la température ambiante ou corporelle et l'état nutritionnel des animaux. Des expériences complémentaires ont donc été instituées pour

mieux préciser le rôle et l'importance de ces deux facteurs, le rôle du jeûne se révélant d'ailleurs capital.

Enfin plusieurs résultats confirmaient l'idée bien admise que la chute de la température corporelle affectait de façon différentielle l'activité métabolique des tissus. Pour cette raison, des expériences particulières concernant la consommation d'oxygène de divers tissus et l'étude de la lipolyse "in vitro" des tissus adipeux brun et blanc ont aussi été effectuées, ce qui nous a permis de mieux interpréter l'évolution des composés lipidiques à l'occasion des réchauffements périodiques.

En définitive, notre travail a consisté à accumuler des données concernant le sang, le foie, le muscle, le coeur, les tissus adipeux brun et blanc. Dans la plupart de ces tissus, le cas échéant, nous avons déterminé les taux d'un nombre d'ailleurs variable de divers composés : glucose plasmatique, glycogène tissulaire, acides lactique et pyruvique, glycérol, acides gras totaux et libres, phosphore lipidique, cholestérol total, libre et estérifié et parfois β lipoprotéines sériques. Certaines séries expérimentales comportent aussi l'étude de la consommation d'oxygène tissulaire et de la lipolyse "in vitro" en fonction d'une part de la température corporelle et d'autre part de la température d'incubation. De plus, nous avons examiné en plusieurs circonstances la répartition des acides gras de diverses fractions lipidiques dans ces tissus. Ces recherches ont été effectuées sur des lots suffisants d'animaux et l'étendue du travail nous a conduit à utiliser environ 650 lérots.

II. - RESUME

Dans ce résumé nous rappellerons les principaux résultats en insistant sur ceux qui nous paraissent les plus importants ou qui présentent un caractère original.

A- Observations écologiques relatives au Lérot en captivité

Les résultats concernant le cycle saisonnier d'activité du Lérot sont en accord avec les travaux déjà décrits dans la littérature. Cependant, nous avons précisé expérimentalement l'effet de la température ambiante d'hibernation par la comparaison de lots d'animaux maintenus soit à 15°C soit à 6°C. On constate que

la fréquence des réveils à 15°C est 2,4 fois plus élevée qu'à 6°C. De plus le froid favorise nettement l'hibernation qui toutefois peut survenir à n'importe quelle température.

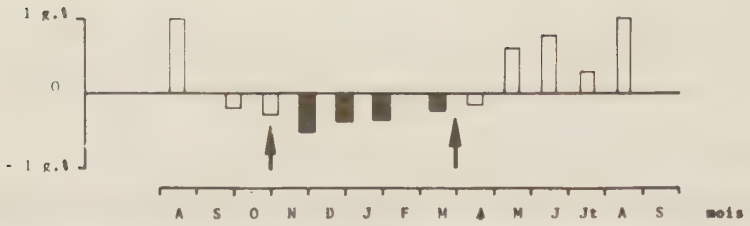
En ce qui concerne l'évolution du poids de l'animal au cours des saisons, on note (fig. n°48) une diminution du poids corporel en Septembre ou Octobre selon les années, avant la mise au jeûne et l'exposition au froid. Pendant l'hibernation les animaux maigrissent régulièrement jusqu'au réveil de printemps. Cet amaigrissement est subordonné au nombre des réveils qui est lui-même sous la dépendance de la température ambiante et des possibilités alimentaires. Ce rythme saisonnier étudié pendant quatre ans, a persisté chez des animaux soumis à des conditions extérieures non modulées (température de 6°C et à l'obscurité).

En automne, dans tous les cas, la perte de poids précédant l'hibernation, interprétée comme une diminution de l'appétit, est un signe prémonitoire de l'engourdissement hypothermique. En effet, on observe une réduction importante de l'activité dans nos élevages et l'apparition de courtes périodes de torpeur avant l'hibernation. Il y a probablement perte simultanée et progressive de l'appétit, de la soif et de l'homéothermie à cette époque de l'année.

L'importance du jeûne imposé ou spontané dans le déterminisme de l'hibernation a été démontrée par de nombreux auteurs. Nos résultats confirment ce point mais, de plus, nos expériences de privation de nourriture pendant la vie active (Mai, Juin, Juillet), montrent que le jeûne à lui seul suffit pour induire des états d'hypothermie chez le Lérot. Ce fait nous paraît important car en général, d'après les références bibliographiques qui nous ont été accessibles, il est nécessaire que le jeûne soit associé à l'abaissement de la température ambiante. Les seules exceptions sont relatives à des cas d'estivation chez des animaux des régions désertiques.

Estivation du Lérot

Nous avons mis souvent en évidence chez le Lérot une phase d'engourdissement distincte de l'hibernation, qui se situe entre deux périodes d'activité complète. Elle présente les caractères suivants :

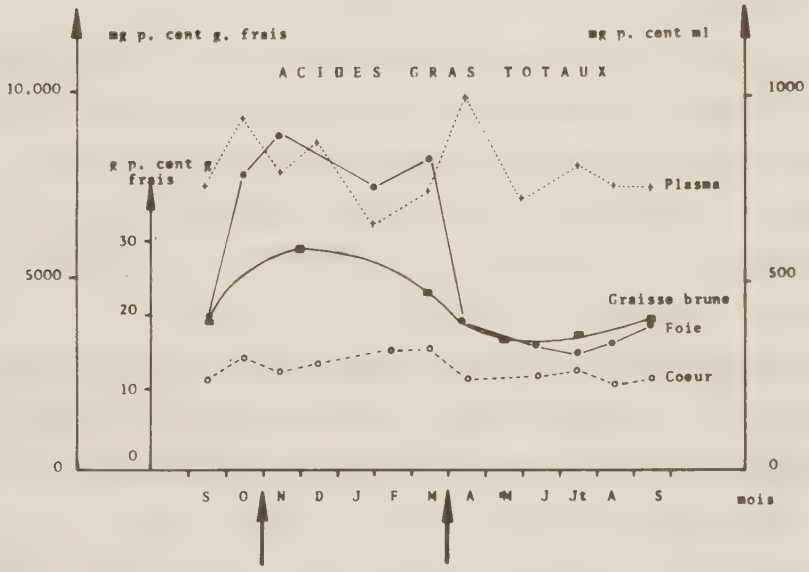


EVOLUTION DU POURCENTAGE DE VARIATION JOURNALIERE DU POIDS CORPOREL.

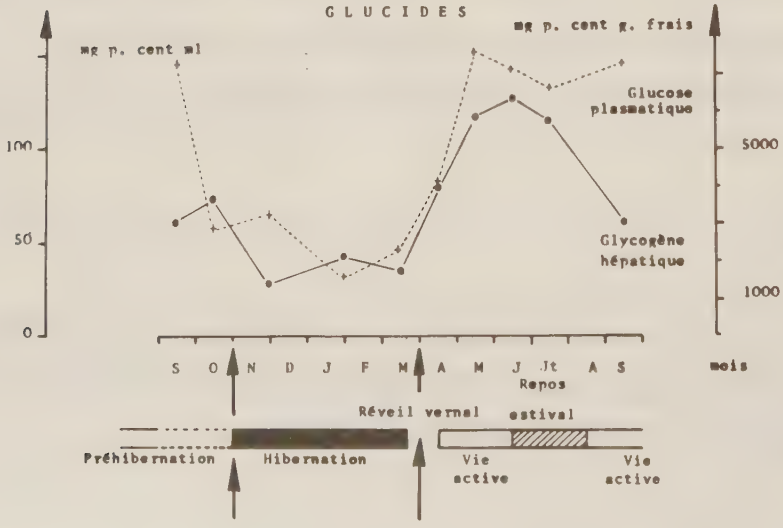
animaux nourris

animaux à jeun à 6°

EVOLUTION SAISONNIERE DE LA THYROIDE.



EVOLUTION DES ACIDES GRAS TOTAUX DANS LE PLASMA, LE FOIE, LE COEUR, ET LA GRAISSE BRUNE DU LEROT, AU COURS DU CYCLE ANNUEL.



EVOLUTION SAISONNIERE DES GLUCIDES PLASMATIQUES ET HEPATIQUES.

CYCLE SAISONNIER D' ACTIVITE.

Figure n° 48 - Evolution saisonnière de quelques paramètres biologiques et biochimiques chez le Lérot.

1 - Le sommeil estival survient spontanément chez des animaux parfaitement alimentés et leur température rectale est alors sensiblement égale à celle du milieu ambiant.

2 - L'engourdissement avec hypothermie se manifeste indépendamment de la température extérieure. Seule la durée de sommeil comprise entre 8 et 48 heures, diminue lorsque le niveau thermique est élevé.

3 - L'estivation est précédée d'une phase d'intense activité au printemps et elle est suivie également d'une autre phase d'activité qui débute en Août. Il ne s'agit donc pas d'une hibernation prolongée ou précoce.

4 - Elle s'accompagne de modifications biochimiques et endocriniennes qui rappellent en plus atténuées celles de la préhibernation.

L'estivation du Lérot doit être distinguée de l'estivation obtenue chez certains animaux des régions désertiques par la privation de nourriture et la sécheresse. Pendant la période de semi-repos estival (Juillet), variable en intensité et en fréquence selon les années, on enregistre une réduction de la prise de poids chez les lérots. L'augmentation reprend en Août pour cesser en Septembre. Ainsi, pendant la période où se manifeste habituellement l'estivation, il y a une perte relative de l'appétit. Ceci rappelle l'anorexie contemporaine de l'endormissement en automne. Enfin, nous avons constaté que même pendant la période de vie active le simple fait de retirer la nourriture aux animaux entraîne des troubles de la thermo-régulation et l'hypothermie. Dans ces conditions, le phénomène d'estivation de cet hibernant pourrait être dû à une perte de l'homéothermie consécutive à un arrêt ou à une diminution spontanée de la prise de nourriture. C'est une hypothèse à vérifier.

B - Evolution des paramètres biochimiques au cours des saisons et des réveils périodiques, chez le Lérot

1 - Variations saisonnières (fig. n° 48)

A la léthargie hibernale et à la vie active après le réveil vernal définitif, correspondent des valeurs caractéristiques des taux des composés glucidiques et lipidiques dans les différents tissus étudiés.

a) Glucides

A l'époque de l'hibernation le glycogène des tissus garde des valeurs notables en hypothermie, la lactacidémie et la glycémie étant très basses. Pendant la vie active il y a une élévation très nette du taux du glycogène hépatique ainsi que du glucose et de l'acide lactique plasmatiques. Toutefois, cette évolution ne rend pas compte des marges de variation très importantes des valeurs glycémiques d'une part et de la dispersion des taux de glycogène des tissus d'autre part, pendant l'hibernation.

b) Lipides

Le fait le plus caractéristique est l'existence, pendant l'hibernation, d'un enrichissement du foie en glycérides et même en esters de cholestérol dont le taux peut être très élevé. La richesse des glycérides en acide oléique explique la désaturation observée en hiver dans ce tissu. La stéatose hépatique cesse brusquement au moment du réveil vernal et nous observons une augmentation concomitante de la lipémie. Cette dernière est toujours importante avec des taux élevés d'esters de cholestérol et de phospholipides. Les acides gras libres plasmatiques sont plus élevés en hibernation que pendant la vie active. Cependant, au cours de la léthargie hibernale ces composés peuvent se rencontrer à des taux très variables sans aucun rapport avec l'évolution saisonnière.

Dans la graisse brune les acides gras totaux s'élèvent au début de l'hibernation pour décroître pendant les mois suivants, tandis que la teneur en phospholipides reste très élevée (4, 5 g p. 100 g de tissu frais). Pour le tissu adipeux brun, la considération du seul critère de l'évolution saisonnière ne rend pas compte du rôle métabolique actif qu'il joue en hibernation. Il y a lieu de noter aussi la déplétion progressive en lipides du tissu adipeux blanc.

On retrouve chez le Lérot le phénomène de désaturation des graisses des dépôts déjà signalé. Mais cette désaturation qui est en relation avec des taux élevés d'acide oléique est encore plus nette dans les autres tissus (foie, coeur, graisse brune) où elle traduit plutôt un apport de glycérides et d'esters de cholestérol, riches en acide oléique.

Nous avons précisé quelques données biochimiques relatives à l'estiva-

tion. Citons l'abaissement de la glycémie et de la lactacidémie lorsque se manifeste l'hypothermie.

L'évolution saisonnière des constituants tissulaires met souvent en évidence des irrégularités qui montrent que d'autres facteurs que la saison doivent être pris en considération. Parmi ces facteurs il y a lieu de considérer l'alternance des phases de sommeil entraînée par les réveils périodiques.

2 - Variations cycliques dues au réveils périodiques (fig. n° 32 et 35)

En provoquant le réveil du Lérot hypothermique à 6°C par un stimulus tactile, on assiste dans les minutes qui suivent à une augmentation progressive de la fréquence des battements cardiaques et du rythme respiratoire. La température de la région colonique n'augmente que de 4°C au cours des 35 premières minutes de réchauffement, puis on note une élévation spectaculaire de l'ordre de 20°C dans les 30 minutes qui suivent. La fin du réchauffement est beaucoup moins rapide, la température colonique augmentant de 6°C en 20 minutes. Le réchauffement est achevé au bout de 80 minutes et la période d'activité qui lui succède est comprise entre 8 et 14 heures à 6°C et à l'obscurité.

A ces différentes étapes du réchauffement sont liées des variations concomitantes de la composition des tissus et de la circulation des lipides et des glucides. Nous avons précisé la chronologie des évènements. En moins de 10 minutes le taux des acides gras libres du plasma peut doubler en relation avec la déplétion des acides gras totaux de la graisse brune. On observe aussi une augmentation des taux du glycérol et des acides lactique et pyruvique plasmatiques. L'augmentation de ces composés se poursuit pendant environ 30 à 40 minutes alors qu'au cours de la même période le niveau glycémique, au contraire, diminue légèrement mais significativement et que le glycogène hépatique ne varie pas.

L'activation des glandes endocrines se manifeste à partir de la trentième minute environ. On observe alors la diminution du glycogène hépatique et une augmentation de la glycémie qui en est la conséquence. Ces deux phénomènes s'expliquent parfaitement par la libération de catécholamine et de glucagon que traduisent les images histologiques.

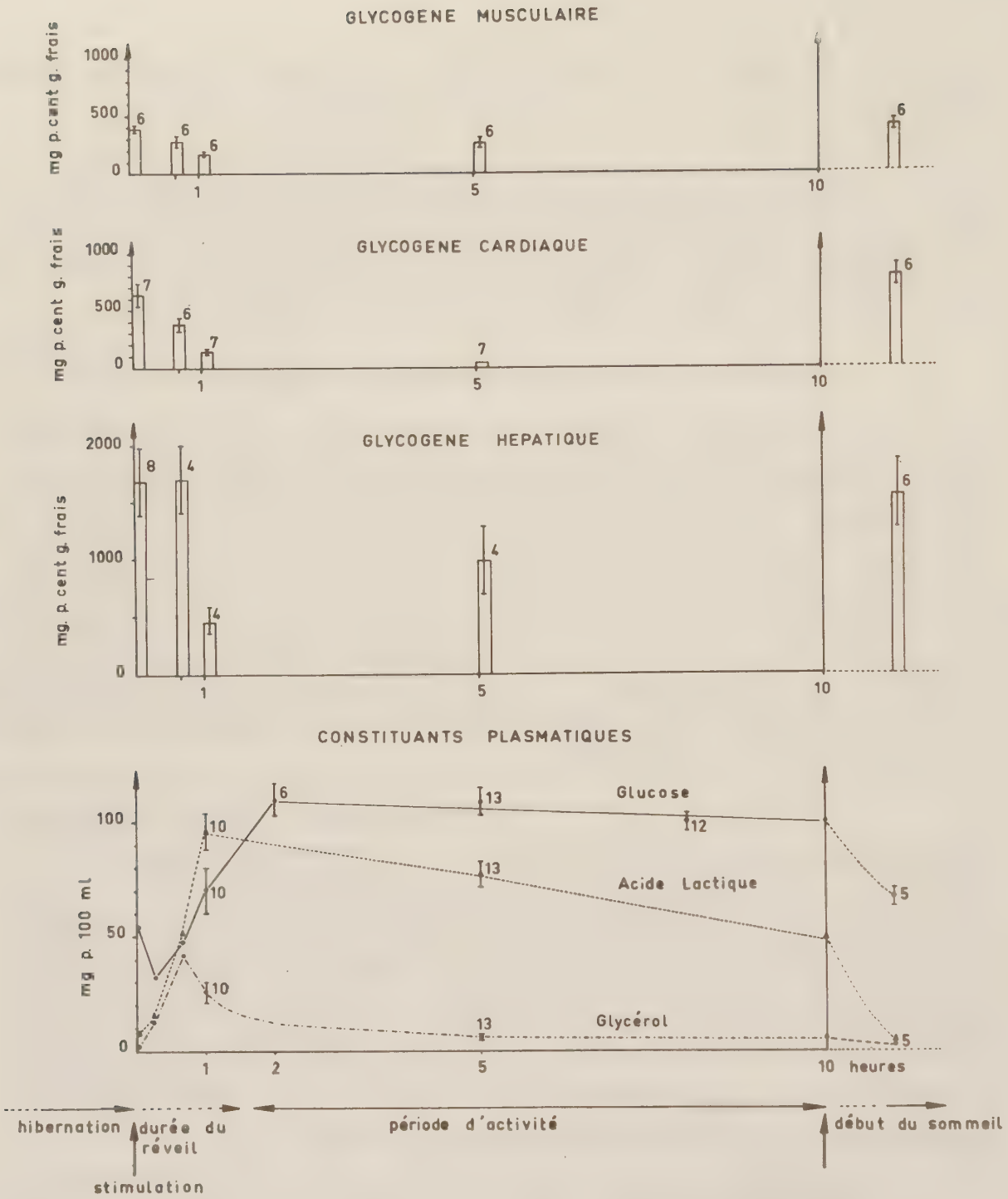


Figure n°32- Evolution de quelques constituants tissulaires chez le Lérot pendant le réchauffement et la période d'activité.
Cette figure a été établie à partir des résultats des tableaux n° 55 et 56. Chaque valeur moyenne est affectée de l'erreur standard à la moyenne et le nombre d'animaux est indiqué. Noter la vive hausse du lactate perceptible dans les premières minutes. Remarquer aussi la corrélation entre les taux de glycogène tissulaire et la glycémie.

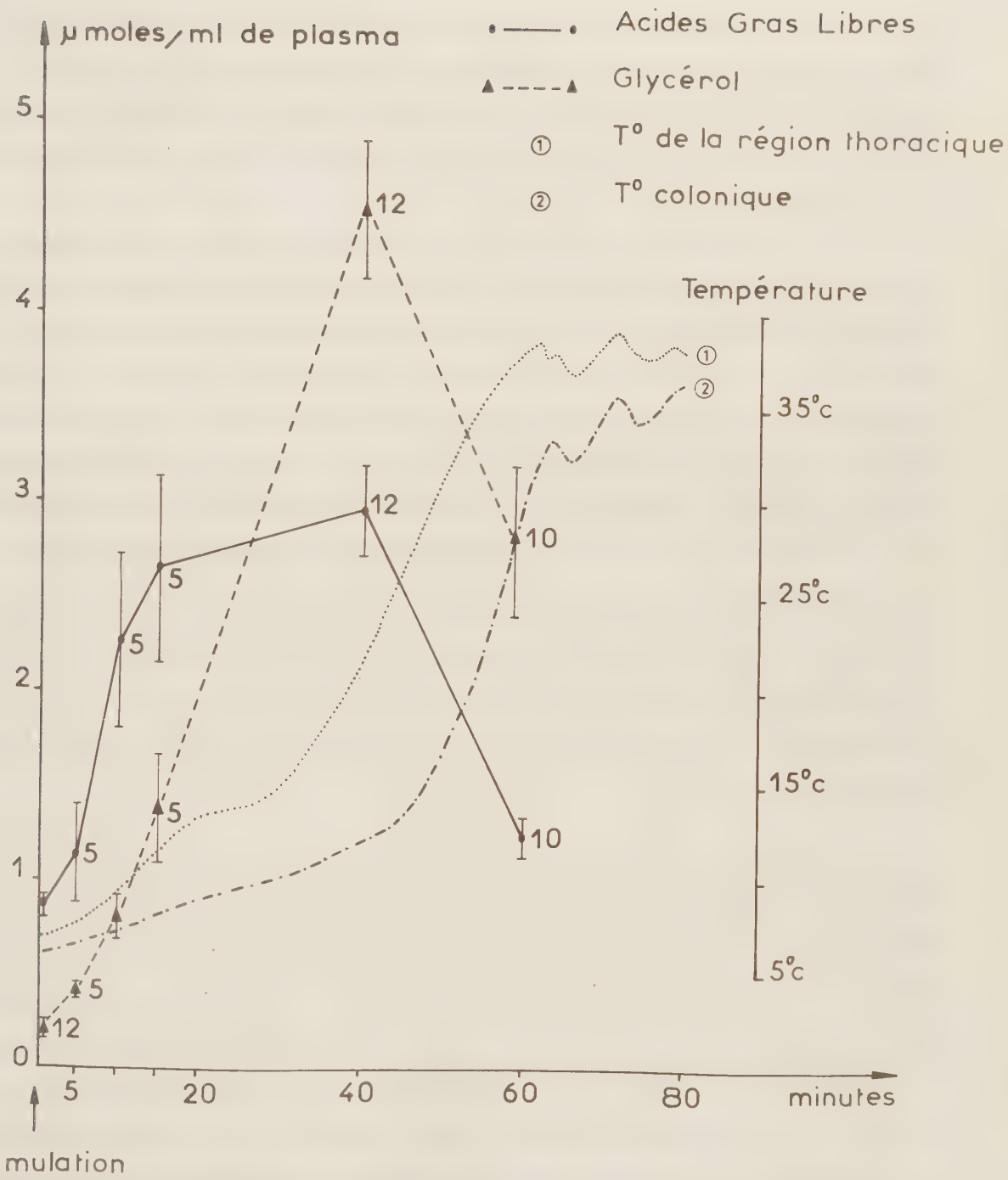


Figure n°35- Evolution du glycérol et des acides gras libres dans le plasma du Lérot, pendant la première heure de réchauffement.
Chaque valeur est affectée de l'erreur standard à la moyenne et le nombre d'animaux est indiqué. Noter la hausse spectaculaire du glycérol et des acides gras libres dont le taux diminue quand l'utilisation périphérique devient prédominante.

La hausse spectaculaire du taux de l'acide lactique au cours du réchauffement du Lérot est d'origine musculaire et cardiaque comme le suggère la perte concomitante du glycogène dans ces deux tissus. Les diminutions de la pression partielle en oxygène, du CO_2 total et du pH du sang artériel, sont en bon accord avec ces résultats.

L'origine des acides gras libres du plasma paraît bien en relation avec la déplétion précoce des glycérides de la graisse brune. Les mesures effectuées montrent en effet que la teneur en glycérides dans ce tissu diminue de 25 % pendant la durée du réchauffement. Nous avons observé que la lipolyse "in vitro" de la graisse brune contrairement à celle du tissu adipeux blanc, est relativement peu affectée par les basses températures. Cette étude effectuée en fonction du temps a permis de préciser la participation importante du tissu adipeux brun à l'augmentation brutale des acides gras libres plasmatiques au cours de chaque réveil périodique. Nous signalerons toutefois que la contribution du tissu adipeux blanc est également certaine à partir du moment où la température corporelle s'est suffisamment élevée. Cette violente mobilisation ne saurait être en relation avec la libération des hormones lipolytiques que nous avons envisagées, laquelle est plus tardive. Il s'agit sans doute d'une stimulation brutale du système sympathique innervant la graisse brune.

Le glycérol est libéré en même temps que les acides gras libres et son taux augmente de la même façon au début du réveil, mais il se maintient élevé plus longtemps,de sorte que le rapport AGL/glycérol s'inverse au cours du réchauffement. Le taux du glycérol est un meilleur indice de la lipolyse si l'on admet que ce composé n'est pas utilisé dans le tissu adipeux brun du moins au début du réchauffement. Dans ces conditions, la diminution relative des acides gras libres vers le milieu du réveil traduit une utilisation tissulaire. Par oonséquent une partie des acides gras libérés dans la graisse brune est oxydée localement tandis que l'autre,importante, difficile à évaluer, passe dans le sang pour être brûlée dans les tissus.

Ces modifications des lipides circulants ne portent toutefois que sur des quantités de substrat qui sont faibles par rapport aux réserves hépatiques. Dans le foie on ne note pas de modifications des constituants lipidiques au cours du ré-

veil mais, histochimiquement on observe une disparition des lipides figurés.

Au cours des quelques heures d'homéothermie consécutive au réchauffement, il y a reconstitution du glycogène hépatique et musculaire. Le glycogène du coeur est restauré au cours de l'endormissement, sans doute à partir du glucose, du fait du maintien de l'activité de la glucokinase dans ce tissu en hypothermie. En relation avec ces observations nous devons noter la sécrétion réactionnelle d'insuline et de corticostérone qui se situe à la fin ou aussitôt après le réchauffement, car ces deux hormones favorisent la néoglucogénèse et la reconstitution du glycogène hépatique.

Toutes ces modifications qui se produisent spontanément chez le Lérot., sont en parfait accord avec les variations obtenues expérimentalement chez les animaux homéothermes. Ces résultats nous paraissent justifier l'intérêt physiologique des diverses études concernant les hibernants.

Enfin, on observe aussi chez le Lérot la réplétion presque complète des glycérides du tissu adipeux brun qui s'effectue en quelques heures et que nous supposons être en relation avec l'hypoactivité du système sympathique. En faveur de cette hypothèse, il a été fréquemment observé chez nos animaux, une reconstitution de la charge en catécholamines de la médullo-surrénale quelques heures après le réchauffement.

Au bout de 8 à 14 heures d'homéothermie les animaux retombent progressivement en hibernation et leur température atteint de nouveau 6°C à une vitesse qui reste à déterminer. Toutefois la transition entre 37°C et 6°C se fait en moins de quatre heures.

Au moment de l'endormissement les différentes catégories cellulaires du pancréas et de la surrénale sont au repos et le glycogène hépatique et musculaire est déjà reconstitué. La chute de la température corporelle s'accompagne d'un effondrement rapide de la lactacidémie ainsi que du glycérol plasmatique. La glycémie par contre diminue progressivement, et son évolution est d'allure exponentielle, aboutissant à des niveaux très bas, de l'ordre de 20 mg p. 100 ml au bout de 8 à 12 jours, sans qu'il nous soit possible de préciser si le réveil spontané survient aussitôt ou après un temps plus long. Il résulte de cette évolution qu'on ne saurait

déterminer avec précision la valeur de la glycémie en hypothermie puisqu'aussi bien les valeurs s'échelonnent entre 90 et 20 mg p. 100 ml selon l'époque du prélèvement. Cette remarque fournit évidemment l'explication de plusieurs divergences dans la littérature et aussi des irrégularités qui nous avaient frappés au début de notre travail. Selon que la glycémie est recherchée au début du sommeil ou à la fin on trouvera des valeurs élevées ou très basses.

Nous avons admis que la diminution de la glycémie chez cet animal résultait de la consommation lente de glucose par les tissus, elle même fonction de la concentration, ce qui explique l'allure exponentielle de la courbe. L'existence de valeurs basses de la glycémie en hypothermie a été souvent observée, et nous avons dit plus haut que cette hypoglycémie avait été parfois considérée comme un facteur décisif favorisant l'hypothermie, comme le suggère le fait que l'insuline chez ces animaux entraîne l'hypoglycémie et favorise aussi l'hibernation. On peut objecter que l'administration de glucose ou de glucagon n'empêche pas l'hibernation et que plusieurs espèces d'hibernants ne se signalent que par des hypoglycémies très modérées. En revanche, on peut se demander si un niveau très bas de la glycémie ne pourrait pas constituer en quelque sorte un seuil au-dessous duquel il y aurait activation des centres de la thermo-régulation. C'est là une simple hypothèse qui pourrait être étudiée expérimentalement en administrant aux animaux du glucose ou de l'insuline à divers moments au cours de l'évolution de la glycémie. L'hypothèse selon laquelle le taux bas ou élevé d'un substrat, d'un métabolite ou d'un système enzymatique, pourrait déclencher le réchauffement a d'ailleurs été émise par divers auteurs ; les résultats de nos expériences suggèrent de poursuivre nos recherches dans ce sens.

C - Influence de la température

Les recherches que nous venons de résumer étaient relatives à des lérots hibernant à 6°C. Un certain nombre de lots de lérots ont servi à une étude analogue pour une température d'hibernation de 15°C.

Lorsque la température d'hibernation est de 15°C au lieu de 6°C., la composition des tissus est significativement modifiée. Les taux de lipides de la graisse brune, du plasma et du foie, sont nettement plus faibles. En particulier la sté-

atose hépatique est très atténuée. On peut interpréter ces faits en remarquant que l'utilisation des lipides est nettement plus élevée à 15°C qu'à 6°C et il en résulte d'ailleurs une perte accélérée des réserves du tissu adipeux blanc et un amaigrissement plus rapide.

Le taux d'acide lactique, bien que bas, est plus élevé qu'à 6°C et le glycogène hépatique présente des valeurs plus faibles. Toutes ces observations qui mettent en évidence une utilisation plus rapide des substrats énergétiques sont en rapport avec le fait que la température optimale d'hibernation est plutôt de 6°C que de 15°C.

Mais ce qui nous paraît le plus intéressant à 15°C est relatif aux variations de la glycémie en hypothermie. Les valeurs extrêmes enregistrées sont les mêmes qu'à 6°C, mais l'évolution est bien différente : partant sensiblement de la même valeur la glycémie atteint son niveau le plus bas non pas au bout de 8 à 12 jours mais en 4 à 5 jours. Or en même temps, on constate que la durée de la période d'hibernation est également raccourcie et qu'elle n'est plus que de 4 à 5 jours. En d'autres termes, la fréquence des réveils périodiques est réduite de moitié environ. Dans les deux cas le réchauffement se situe peu de temps après que la glycémie ait atteint son niveau le plus bas. On retrouve par conséquent la relation que nous venons de signaler entre le niveau glycémique et l'éventualité du réchauffement.

Quoiqu'il en soit, ces expériences montrent l'intérêt évident qu'il y a de rechercher les modifications biochimiques, enzymatiques ou autres qui se produisent au cours des réveils et des endormissements périodiques et de les étudier soigneusement en fonction du temps écoulé.

Nous avons rappelé plus haut, que les températures ambiantes élevées ne s'opposent pas aux processus d'engourdissement avec hypothermie qui surviennent à la fin du printemps ou au début de l'été, et que nous avons décrit sous le terme d'estivation. Il est intéressant d'observer, là aussi, que la température influence l'évolution de l'hypoglycémie dont la pente est alors encore plus rapide.

Nous avons mis en évidence aussi, un effet de la température corporelle du Lérot sur le métabolisme du tissu adipeux brun. En effet, la consommation d'oxygène de la graisse brune de lérots est, pour une température d'incubation donnée,

maximale lorsque la température colonique de l'animal atteint 16°C au cours du processus du réchauffement. Ainsi, non seulement la graisse brune conserve une activité notable pour les basses températures, mais de plus son métabolisme est remarquablement influencé par l'état physiologique de l'animal. Nos expériences suggèrent que le stimulus du réveil entraîne une vive activation du métabolisme du tissu adipeux brun qui présente son maximum d'effet vers la quarantième minute, lorsque la température rectale est de 16°C et la température thoracique de 25 à 30°C.

D - Rôle de l'état nutritionnel et influence du jeûne

Jusqu'à présent nous avons résumé les résultats relatifs à des animaux maintenus à jeun pendant la période d'hibernation, mais nous disposions également de lots de lérots librement alimentés. En pareil cas, les animaux hibernant aussi et on constate que la prise de nourriture au cours des périodes de réveil est relativement faible et d'ailleurs irrégulière. De façon générale l'ensemble des résultats est très analogue à celui qui vient d'être exposé, avec toutefois quelques différences qui méritent d'être signalées. La durée des phases d'hypothermie est plus courte et la fréquence des réveils nettement augmentée. L'étude des tissus met en évidence des taux abondants de glycogène dans le foie, le coeur et la graisse brune (tableau n°76), mais l'évolution de la glycémie en toutes circonstances reste analogue. Enfin, la stéatose hépatique caractéristique de l'hibernation est moins accentuée, les différences étant seulement quantitatives.

En période d'hibernation il est difficile de dissocier les rôles respectifs de l'hypothermie et du jeûne sur ces modifications métaboliques. Comme l'engourdissement hypothermique peut se manifester spontanément au début de l'été, nous avons recherché systématiquement la relation entre la prise de nourriture et les défaillances de la thermo-régulation. On a alors constaté de façon régulière que le simple fait de retirer la nourriture aux animaux pendant la période de vie active induisait toujours un état d'hypothermie. On retrouve dans une bonne mesure l'image observée pendant la vraie hibernation : il y a hypoglycémie et mise au repos de la médullo-surrénale. Mais l'étude chronologique des modifications qui surviennent au niveau des composés lipidiques, se révèle particulièrement intéressante : on note de façon précoce une surcharge très nette en glycérides dans la graisse

brune, le coeur, et le foie, conséquence d'une mobilisation lipidique très active que traduit l'élévation des acides gras libres plasmatiques.

Nous devons insister sur l'ampleur de la stéatose hépatique qui devient considérable au bout de deux à cinq jours de jeûne, le taux des acides gras totaux du foie pouvant dans quelques cas dépasser 20 g p. 100 g. Il s'agit surtout d'une surcharge en glycérides, avec néanmoins une participation non négligeable d'esters de cholestérol. Du point de vue chronologique, il y a lieu de signaler que l'hypothermie se manifeste au bout de un à deux jours, mais la stéatose hépatique peut précéder l'engourdissement hypothermique.

Cette stéatose étant une conséquence de la privation de nourriture, les valeurs élevées du taux des lipides hépatiques observées pendant l'hibernation naturelle s'expliquent alors plus aisément. La chute des acides gras totaux hépatiques au moment du réveil vernal, qui s'accompagne de la reprise de l'alimentation, trouve alors son explication logique. Pour la même raison, les animaux disposant de nourriture et s'alimentant légèrement pendant l'hibernation présentent un "foie gras" plus discret. En ce qui concerne le mécanisme de cette stéatose il faut incriminer la mobilisation à partir des dépôts, probablement aussi la diminution de la synthèse des β lipoprotéines dans le foie, ainsi qu'une réduction de l'utilisation des acides gras par les tissus.

L'existence d'un "foie gras" entraîné par le jeûne chez les Mammifères est classique, mais on ne note pas de valeurs aussi élevées et souvent même, cette stéatose est une illusion due à l'augmentation de concentration entraînée par la diminution de la masse du foie. Ce n'est pas le cas chez le Lérot où la surcharge en glycérides rappelle les stéatoses hépatiques expérimentales. Quoiqu'il en soit la propension du Lérot, à présenter une augmentation des glycérides et des esters de cholestérol, dans des conditions naturelles, en fait un animal de choix pour l'étude du métabolisme lipidique.

La surcharge en glycérides du coeur et de la graisse brune qu'entraîne le jeûne chez nos animaux, est également intéressante. Le coeur consomme des acides gras, et on a vu que les glycérides accumulés dans la graisse brune seront utilisés à l'occasion du futur réchauffement périodique. Chez l'hibernant l'utilisa-

tion des lipides pendant le réchauffement semble s'effectuer par le relais du tissu adipeux brun dont l'activité métabolique intense aux basses températures permet une mobilisation et une oxydation rapide des acides gras.

Si la mobilisation des acides gras de la graisse brune est bien en relation avec une stimulation des nerfs sympathiques, on est tenté en revanche d'attribuer la réplétion de ce tissu à une diminution de l'activité du système sympathique à ce niveau. Il a été noté d'ailleurs que pendant l'hibernation les réserves de catécholamines dans le tissu adipeux brun sont abondantes, mais tout comme dans la médullo-surrénale et peut être dans le système nerveux central, leur renouvellement est minime. Dans ces conditions,leurs effets physiologiques doivent être faibles. D'ailleurs en hibernation, bien que l'utilisation des acides gras soit presque exclusive, la très faible valeur des échanges prouve que la mobilisation à partir des dépôts est très atténuée.

Ainsi donc le jeûne spontané ou la privation de nourriture entraîne des changements métaboliques très nets et la diminution des échanges avec hypothermie. On peut se demander par quel mécanisme s'exercent ces effets. Puisque l'engourdissement hypothermique peut être provoqué à n'importe quelle époque de l'année,il en résulte qu'il est relativement indépendant de l'activité du système endocrinien, en particulier de la thyroïde, mais cette remarque ne semble pas s'appliquer aux catécholamines dont l'intervention dans les mécanismes de l'hibernation est aujourd'hui évidente. Il est possible que la mise en réserve de catécholamines que traduit la charge en granulations phéochromes de la médullo-surrénale représente un facteur décisif. Signalons à cet égard que nous avons eu l'occasion d'observer la mise au repos de la médullo-surrénale à des périodes qui précédaient l'hypothermie. Nous nous efforçons actuellement de préciser ce point car il est raisonnable d'admettre qu'une diminution de la mise en circulation des catécholamines doit être en relation avec l'abaissement du métabolisme et l'hypothermie.

Cette étude du jeûne soulève par conséquent le problème de la mise en réserve des amines biogènes qui est actuellement très étudié. Nous pensons que ces recherches pourraient être effectuées avec fruit sur le Lérot, mais en tenant compte avec le plus grand soin de l'évolution chronologique des taux de substrats,

enzymes et hormones. C'est en particulier au niveau du système nerveux central qu'un tel travail doit être effectué, car c'est là qu'ontlieu selon toute vraisemblance les changements décisifs.

BIBLIOGRAPHIE

AEBY C. - Uber den Einfluss des winsterschlafes auf die Zusammensatzung der verschiedenen Organe des Thierkorpers.
Arch. Exp. Path. Pharmakol., 1875, 3, 180.

AGID R. - Recherches sur les régulations métaboliques. Effets de l'insuline sur les réactions des tissus du Lapin au cholestérol, au jeûne et aux saignées.
Thèse de Sciences, Paris, 1953.

AGID R. et AMBID L. - Effects of corporeal temperature on glucose metabolism in a homeotherm, the rat, and a hibernator, the garden dormouse. In Depressed Metabolism, ed. Elsevier, N.Y., 1969, 119.

AGID R., AMBID L. et BERLAN M. - Influence de la température corporelle sur le métabolisme du tissu adipeux brun du Lérot au cours des réveils périodiques.
C. R. Acad. Sc., Paris, 1970, 271, 1391.

AGID R., AMBID L., LAPORTE P. et SICART R. - Estivation du Lérot (Eliomys quercinus L.), C. R. Acad. Sc., Paris, 1965, 260, 677.

AGID R., GABE M. et MARTOJA M. - Modifications histologiques des glandes endocrines au cours des réveils périodiques du Lérot hibernant.
C. R. Soc. Biol., 1967, 161, 459.

AGID R. et POPOVIC V. - Variations de la glycémie, du glucose et du glycogène hépatique chez le Spermophile hibernant. Effet de l'administration de glucagon.
J. Physiol., Paris, 1957, 49, 7.

ALBRINK M.J. - The microtitration of total fatty acids of serum with notes on the estimation of triglycerides.
J. Lip. Res., 1959, 1, 53.

ALTMAN P.L. - Blood and others body fluids.
Biological Handbook, 1961, ed. Dittmer D.S., Washington D.C.

AMBID L. - Etude des variations de quelques constituants lipidiques chez un hibernant (Eliomys quercinus L.).
Thèse de spécialité, Toulouse, 1964.

AMBID L. et AGID R. - Variations cycliques de la glycémie et du glycogène hépatique au cours des réveils périodiques d'un hibernant, le Lérot (Eliomys quercinus L.).
J. Physiol., Paris, 1967, 59, 326.

AMBID L. et AGID R. - Modifications périodiques des lipides de la graisse brune et du plasma chez un hibernant, le Lérot.
J. Physiol., Paris, 1969, 61, 198.

AMBID L., AMPLIS R. et AGID R. - Effets de diverses doses d'insuline sur la glycémie et la température centrale d'un hibernant, le Hamster doré (Mesocricetus auratus).
J. Physiol., Paris, 1965, 57, 217.

AMBID L., BERLAN M. et AGID R. - Contribution de la graisse brune à la mobilisation des lipides au cours des réveils périodiques chez un hibernant, le Lérot (Eliomys quercinus L.).
J. Physiol., Paris, 1971, sous presse.

AMBID L., LAPORTE P. et AGID R. - Evolution saisonnière de la lipémie et des lipides hépatiques chez un hibernant (Eliomys quercinus L.).
J. Physiol., Paris, 1963, 55, 185.

AMPLIS R. - Répartition des acides gras tissulaires et mobilisations lipidiques chez le Lapin.
Thèse de Spécialité, Toulouse, 1964.

ARISTOTE - Histoire des animaux. (Traduction française par M. Camus).
1783, vol. I, 759 p. ed. Desain, Paris.

ATKINSON H.V. - The transformation of protein into fat and fat into carbohydrate in the body.
J. Metab. Res., 1922, 1, 1.

AZZALI G. - L'apparato neurosecretorio diencephalio-ipofisario negli animali ibernanti.
Arch. Ital. Anat. Emb., 1954, 59, 142.

BALL E.G. et JUNGAS R.L. - Hormones and cellular metabolism. Some effects of hormones on the metabolism of adipose tissue.
Rec. progress. Horm. Res., 1964, 183.

BARKER S.B. - Preparation and colorimetric determination of lactic acid.
Dans : Methods in Enzymology, 1957, 3, 241, Ed. Colowick S.P. et Kaplan N.O., Academic Press.

BARTHOLOMEW G.A. et HUDSON J.W. - Aestivation in the Mohave ground squirrel (Citellus mohavensis).
Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard coll., 1960, 124, 193.

BAUMBER J. et DENYES A. - Acetate -I-C14 utilization by brown fat from hamsters in cold exposure and hibernation.
Can. J. Biochem., 1964, 42, 1397.

BENEDICT F.C. et LEE R.C. - Hibernation and marmot physiology.
Carnegie Inst. Wash. Publ., 1938, 497, 239 p.

BERLAN M. - Influence de la température corporelle sur la lipolyse du tissu adipeu d'un hibernant, le Lérot (Eliomys quercinus L.).
Thèse de Spécialité, Toulouse, 1969.

BERNARD C. - De la matière glycogène considérée comme condition de développement de certains tissus, chez le foetus avant l'apparition de la fonction glycogénique du foie.
C. R. Acad. Sc., Paris, 1859, 48, 673.

BIDET R. et KAYSER C. - Les effets physiologiques du jeûne chez les hibernants.
Cahiers Nutrition Diététique, 1966, 1, 7.

BIERRY H. et KOLLMANN M. - Activité exocrine du pancréas et ilôts de Langerhans. Cas de l'hibernation.
C. R. Soc. Biol., 1928, 99, 456.

BIORCK G., JOHANSSON B. et VEIGE S. - Some laboratory data on hedgehogs, hibernating and non-hibernating.
Acta. Physiol. Scand., 1956, 37, 281.

BIRAN L., BARTLEY W., CARTER C. et RENSHAW A. - Studies on essential fatty acid deficiency.
Biochem. J., 1964, 93, 492.

BRAGTON J.H. - Hyperlipemia and atheromatosis in a hibernator, Citellus columbianus.
Circulation Res., 1954, 2, 520.

BRUCE D.S. et WIEBERS J.E. - Tissue oxygen comsumption in the hibernating and active bat Myotis lucifugus.
Physiol. Zool., U.S.A., 1966, 39, 237.

BURLINGTON R.F. - Anaerobic glycolysis as a mechanism of hypoxic tolerance in the hibernator, Citellus tridecemlineatus.
Ph. D. Dissertation. Purdue Univ., 1964.

BURLINGTON R.F. et KLAIN G.J. - Effect of hypoxia on gluconeogenesis in the albino rat and thirteen - lined ground squirrel (Citellus tridecemlineatus.
Comp. Biochem. Physiol., 1967a, 20, 275.

BURLINGTON R.F. et KLAIN G.J. - Gluconeogenesis during hibernation and arousal from hibernation.
Comp. Biochem. Physiol., 1967b, 22, 701.

BURSTEIN M. et SAMAILLE J. - Nouvelle méthode de séparation et de dosage des lipoprotéines de faible densité.
Ann. Biol. Clin., 1959, 17, 1.

BUSSY J. - Quelques observations écologiques sur le Lérot.
Bull. Sté. Lin. de Lyon, 1965, 9, 355.

BUSSY J. - Hibernation du Lérot (Eliomys quercinus L.) au cours de l'hiver 1965-1966.
Bull. Sté. Lin. de Lyon, 1966, 6, 306.

CAHN T. - Les régulations des processus métaboliques dans l'organisme, Paris, Presses Universitaires, 1956.

CAMUS M. L. et GLEY E. - Sur les variations de poids des Hérissons.
C. R. Soc. Biol., 1901, 53, 1019.

CANGUILHEM B. et BLOCK R. - Evolution saisonnière de l'élimination des hormones surrénaliennes chez un hibernant (Cricetus cricetus).
Arch. Sc. Physiol., 1967, 21, 27.

CHALVARDJIAN A. - Fatty acids of brown and yellow fat in rats.
Biochem. J., 1964, 90, 518.

CLAUSEN G. - Plasma glucose in the hibernator Erinaceus europaeus L. in fasting, hibernating and normal state.
Arb. Univ. Bergen, 1964, Mat. Nat., 18, 3.

CLAUSEN G. - Acid base balance in the hedgehog Erinaceus europaeus L. during hibernation hypothermia, cooling and rewarming.
Arb. Univ. Bergen, 1966, Mat. Nat., 6, 10 p.

DAUDOVA G. M. et STEPANOVA N. G. - Hexokinase and glucokinase of cell fractions of liver and muscles in ground squirrels during hibernation and arousal.
Fed. Proc., 1966, 25, T 273.

DAVIS D. E. et Mc CARTHY R. D. - Major fatty acids in blood serum and adipose tissue of wodehucks (Marmota monax).
BioScience, 1965, 15, 749.

DAWKINS M. J. R. et HULL D. - Brown adipose tissue and the response of new born rabbits to cold.
J. Physiol., Londres, 1964, 172, 216.

DELSAL J. L. et MANHOURI M. - Etude comparative des dosages colorimétriques du phosphore. Recherche d'une méthode de haute sensibilité applicable au dosage du phosphore organique dans les spots après chromatographie.
Bull. Soc. Chim. Biol., 1955, 37, 1041.

DENYES A. et HASSETT J. - A study of the metabolism of liver, diaphragm and kidney in cold-exposed and hibernating hamsters.
Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard Univ., 1960, 124, 437.

DESBROSSE-LOUP A. - Variations des lipides du plasma et du foie chez le jeune oiseau.
Thèse de Spécialité, Toulouse, 1965.

DISCHE Z., FLEISCHMANN W. et TREVANI E. - Zur Frage des Zusammenhanges Zwischen Winterschlaf und hypolgykämie.
Pflügers Arch. Ges. Physiol., 1931, 227, 235.

DODGEN C.L. et BLOOD F.E. - Energy sources in the bat.
Am. J. Physiol., 1956, 187, 151.

DRASKOCZY P.R. et LYMAN C.P. - Turnover of catecholamines in active and hibernating ground squirrels.
J. Pharm. Exper. Therapeutics., 1967, 155, 101.

DUBOIS R. - Etude sur le mécanisme de la thermogénèse et du sommeil chez les Mammifères. Physiologie comparée de la marmotte.
Ann. Univ. Lyon., Paris, 1896, 25, 282.

EISENTRAUT M. - Der Winterschlaf mit seinen ökologischen und physiologischen Begleiterscheinungen.
Gustav Fischer Verlag, Jena, 1956, 168 p.

EISENTRAUT M. - Heat regulation in primitive mammals and in tropical species.
Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard coll., 1960, 124, 31.

FAIN J.N., REED N. et SAPERSTEIN R. - The isolation and metabolism of brown fat cells.
J. Biol. Chem., 1967, 242, 1887.

FEINSCHMIDT O. et FERDMANN D. - Beiträge zur biochemie des Winterschlafes. Uber die chemischen Bestandteile des Blutes winterschlafender Tiere.
Biochem. Z., 1932, 248, 107.

FISKE C.H. et SUBBAROW Y. - The colorimetric determination of phosphorus.
J. Biol. Chem., 1925, 66, 375.

FOLCH J., LEES M. et STANLEY S.G.H. - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.
J. Biol. Chem., 1957, 226, 497.

FOLK G.E. - Day. nightrhythms and hibernation.
Bull. Mus. Comp. Zool., 1960, 124, 209.

FRIEDMAN F.E. - Determination of α-ketoacids.
Dans : Methods in Enzymology, 1957, 3, 414, Ed. Colowick S.P. et Kaplan N.O., Academic Press.

GABE M., AGID R., MARTOJA M., SAINT GIRONS M.C. et SAINT GIRONS H. - Données histophysiologiques et biochimiques sur l'hibernation et le cycle annuel chez Eliomys quercinus L.
Arch. Biol. Liège, 1964, 75, 1.

GALSTER W.A. et MORRISON P. - Seasonal changes in serum lipids and proteins in the 13-lined ground squirrel.
Comp. Biochem. Physiol., 1966, 18, 489.

GALSTER W.A. et MORRISON P. - Cyclic changes in carbohydrate concentrations during hibernation in the arctic ground squirrel.
Am. J. Physiol., 1970, 218, 1228.

GOODRICH C.A. et LYMAN C.P. - Blood acid-base balance in hibernating Marmots.
Fed. Proc., 1971, 30, 1611.

HANNON J.P. et VAUGHAN D.A. - Initial stage of intermediary glucose catabolism in the hibernator and non hibernator.
Am. J. Physiol., 1961, 201, 217.

HANNON J.P. et VAUGHAN D.A. et HOCK R.J. - The endogenous tissue respiration of the arctic ground squirrel as affected by hibernation and season.
J. Cell. Comp. Physiol., 1961, 57, 5.

HANSON A. et JOHANSSON B.W. - Myocardial lactate concentration in guinea-pigs, normothermic and hypothermic, and hedgehogs, in a hibernating and a non-hibernating state.
Acta. Physiol. Scand., 1961, 53, 137.

HAVEL R.J., FELTS J.M. et VAN DUYNE C.M. - Formation and fate of endogenous triglycerides in blood plasma of rabbits.
J. Lipid. Res., 1962, 3, 298.

HAYWARD J.S., LYMAN C.P. et TAYLOR C.R. - The possible role of brown fat as a source of heat during arousal from hibernation.
Ann. N.Y. Acad. Sc., 1965, 131, 441.

HELLE W. - L'influence du taux élevé de glucose sanguin sur le sommeil hibernal des hamsters (Mesocricetus auratus).
Physiol. Comp. Oecol. Needer,, 1953, 3, 190.

HOCK R.J. - Cold injury. Trans. 5 th conf. (Mars 10-15,1957) Josiah Macy, Jr. Foundation, 1958, 61.

HOCK R.J. - The care and use of hibernating mammals. Dans : Methods of animal experimentation, 1965, vol.II, 274, ed. Gay W.I., Acad. Press. N.Y.

HOFFMAN R.A. - Terrestrial animals in cold : hibernators. Dans : Handbook of Physiology, 1964, sect.4, 379, Am. Physiol. Soc. Washington, D.C.

HOFFMAN R.A. - The hibernator as a tool in biological research.
Fed. Proc., 1968, 27, 999.

HOLADAY D.A. et VEROSKY M. - Improved micromanometric methods for the analysis of respiratory gases in plasma and whole blood.
J. Lab. et Clin. Med., 1956, 47, 634.

HOOK W.E. et BARRON E.S.G. - The respiration of brown adipose tissue and kidney of the hibernating and non hibernating ground squirrel.
Am. J. Physiol., 1941, 133, 56.

HORWITZ B.A. - Temperature effects on oxygen uptake of liver and kidney tissues of a hibernating and a non-hibernating mammal.
Physiol. Zool., 1964, 37, 231.

HOUGET J. et BOUTOU G. - Séparation et dosage des divers constituants lipidiques dans 1 cm3 de plasma.
Bull. Soc. Chim. Biol., 1958, 40, 1663.

HULL D. et SEGALL M.M. - Sympathetic nervous control of brown adipose tissue and heat production in the new-born rabbit.
J. Physiol., Londres, 1965, 181, 458.

JOEL C.D., TREBLE D.H. et BALL E.G. - On a major role of brown adipose tissue in heat production during arousal from hibernation.
Fed. Proc., 1964, 23, 271.

JOEL C. - The physiological role of brown adipose tissue. Dans: Adipose tissue. Handbook of physiology, 1965, 5, 59, Ann. Physiol. Soc. Washington, D.C.

JOHANSSON B.W. - Brown fat : a review.
Metabolism, 1959, 8, 221.

JOHNSON G.E. - Hibernation in mammals.
Q. Rev. Biol., 1931, 6, 439.

KALABUKHOV N.I. - Comparative ecology of hibernating mammals.
Bull. Mus. Comp. Zool., 1960, 124, 45.

KAYSER Ch. - La dépense d'énergie des Mammifères hibernants pendant toute la durée de l'hibernation. Recherches faites sur le Spermophile.
Arch. Sc. Physiol., 1952, 6, 193.

KAYSER Ch. - La dépense d'énergie des hibernants pendant la période entière de l'hibernation. Etude faite sur le Spermophile (Citellus citellus).
C. R. Soc. Biol., 1952, 146, 1379.

KAYSER Ch. - L'incrément thermique critique de la respiration, in vitro, du tissu rénal de Rat blanc et de Hamster (Cricetus cricetus).
C. R. Acac. Sc., Paris, 1954a, 239, 514.

KAYSER Ch. - L'incrément thermique critique de la respiration in vitro de tissu rénal de Hamster ordinaire (Cricetus cricetus) réveillé en été et en sommeil en hiver.
C. R. Acad. Sc., Paris, 1954b, 239, 554.

KAYSER Ch. - Le sommeil hivernal, problème de thermorégulation.
Rev. Can. Biol., 1957, 16, (3), 303.

KAYSER Ch. - The physiology of natural hibernation.
Pergamon Press. Oxford., 1961, 325 p.

KLAIN G.J. et WHITTEN B.K. - Free amino acids in hibernation and arousal.
Comp. Biochem. Physiol., 1968, 27, 617.

KONTTINEN A., RAJASALMI M. et SARAJAS H.S.S. - Fat metabolism of the hedgehog during the hibernating cycle.
Am. J. Physiol., 1964, 207, 845.

KORNACKER M.R. et BALL E.G. - Respiratory Processes in Brown adipose tissue.
J. Biol. Chem., 1968, 243, 7, 1638.

KREBS H.A., NEWSHOLME E.A., SPEAKE R., GASCOYNE T. et LUND P. - Some factors regulating the rate of gluconeogenesis in animal tissues.
Advances in Enzyme Regulation, 1964, 2, 71. Ed. Weber G. Pergamon Press.

KRISTOFFERSSON R. et BROBERG S. - Free amino acids in blood of hibernating and non hibernating hedgehogs and golden hamsters, and in common frogs acclimated to different hamsters, and in common frogs acclimated to different ambient temperatures.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1968, AIV:130, 1.

KRISTOFFERSSON R. et BROBERG S. - Free amino acids in blood serum of hedgehogs in deep hypothermia and after spontaneous arousals.
Experientia, 1968, 24, 148.

KRISTOFFERSSON R. et SOIVIO A. - Hibernation of the hedgehog (Erinaceus europaeus L.). The periodicity of hibernation of undisturbed animals during the winter in a constant ambient temperature.
Ann. Acad. Sc. Fenn. 1964a, AIV:80, 1.

KRISTOFFERSSON R. et SOIVIO A. - Studies on the periodicity of hibernation in the hedgehog (Erinaceus europaeus L.). I. A comparaison of induced hypothermia in constant ambient temperatures of 4,5 and 10°C.
Ann. Zool. Fenn., 1964b, 1, 370.

KRISTOFFERSSON R. et SOIVIO A. - Duration of hypothermia periods and type of respiration in the hibernating golden hamster, Mesocricetus auratus Waterh.
Ann. Zool. Fenn., 1966, 3, 66.

KRISTOFFERSSON R. et SUOMALAINEN P. - Studies on the physiology of the hibernating hedgehog. 2. Changes of body weight of hibernating and non-hibernating animals.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1964a, AIV:76, 1.

KULZ E. - Uber den glycogengehalt der leber winterschlafenden Murmeltiere und seine Bedeutung für die Abstämmung des Glycogens.
Arch. Ges. Physiol., 1881, 24, 74.

LACHIVER F. et BOULOUARD R. - Evolution du poids corporel chez un hibernant, le Lérot (Eliomys quercinus L.) durant la période hivernale et au cours de l'exposition au froid en été.
Mammalia, 1965, 29, 343.

LACHIVER F. et KAYSER Ch. - Hypothermie et hibernation : effets du jeûne et du séjour au froid sur l'induction d'une hypothermie profonde chez un hibernant en été.
C. R. Soc. Biol., 1958, 152, 1807.

LAMBERT M. et NEISH A.C. - Rapid method estimation of glycerol in fermentation solutions.
Can. J. Research, 1950, 28, 83.

LAPORTE P. - Quelques facteurs de variations du glycogène hépatique et de la glycémie chez un hibernant (Eliomys quercinus L.).
Thèse de Spécialité, Toulouse, 1965.

LAURELL S. et TIBBLING G. - Colorimetric micro-determination of free fatty acids in plasma.
Clin. Chim. Acta., 1966, 16, 57.

LEGAIT E., BURLET C., LEGAIT H., BURLET A., DUSSART G. et MARCHETTI J. - Quelques modifications endocriniennes au cours de l'hibernation et du cycle annuel chez le Lérot (Eliomys quercinus L.).
Bull. Ass. Anat. Nancy, 1970, 147, 57 p.

LEONARD S. L. et WIMSATT W. A. - Phosphorylase and glycogen levels in skeletal muscle and liver of hibernating and non-hibernating bats.
Am. J. Physiol., 1959, 197, 1059.

LISON L. - Statistiques appliquées à la Biologie expérimentale. Ed. Gauthier Villars, 1958.

LUCHSINGER - Experimentelle und Kritische Beitrage zur Physiologie und Patologie des glycogens.
Zurich, 1875, (cité par Kulz E., 1881).

LYMAN C.P. - The oxygen consumption and temperature regulation of hibernating hamsters.
J. Exptl. Zool., 1948, 109, 55.

LYMAN C.P. et CHATFIELD P.O. - Physiology of hibernation in mammals.
Physiol. Rev., 1955, 35, 403.

LYMAN C.P. et DAWE A.R. - Mammalian hibernation.
Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard Univ., 1960, 549 p.

LYMAN C.P. et HASTINGS A.B. - Total CO_2, Plasma pH and PCO_2 of hamsters and ground squirrels during hibernation.
Am. J. Physiol., 1951, 167, 633.

LYMAN C.P. et LEDUC E.H. - Changes in blood sugar and tissue glycogen in the hamster during arousal from hibernation.
J. Cell. Comp. Physiol., 1953, 41, 471.

LYMAN R.A. - The blood sugar concentration in active and hibernating ground squirrels.
J. Mammal., 1943, 24, 467.

Mc BIRNIE J.E., PEARSON F.G., TRUSLER G.A., KARACHI H.H. et BIGELOW W.G. - Physiological studies of the ground hog (Marmota monax).
Can. J. Med. Sc., 1953, 31, 421.

Mc MILLE R.E. - Aestivation in the cactus mouse (Peromyscus eremicus).
Comp. Biochem. Physiol., 1965, 16, 227.

MARQUIE G. - Effets de divers agents antidiabétiques sur les troubles lipidiques, la stéatose hépatique et l'athérosclérose entraînés par des régimes athérogènes chez le Lapin.
Thèse de Sciences, Toulouse, 1970.

MEYER M.P. et MORRISON P. - Tissue respiration and hibernation in the thirteen - lined ground squirrel, Spermophilus tridecemlineatus.
Bull. Mus. Comp. Zool., Harvard, 1960, 124, 405.

MICHEL R. et TRUCHOT R. - Acides gras et états thyroïdiens. Etude de la variation des acides gras dans les différentes fractions lipidiques du foie et du plasma.
Bull. Soc. Chim. Biol., 1962, 44, 1141.

MORRISON P. - Some interrelations between weight and hibernation function.
Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard coll., 1960, 124, 75.

MUSACCHIA X.J. et WILBER C.G. - Studies on the biochemistry. Citellus (barrowensis).
Fed. Proc., 1951, 10, 95.

MUSACCHIA X.J. et WILBER C.G. - Studies on the biochemistry of the Arctic ground squirrel.
J. Mammal., 1952, 33, 356.

OLSON R. et HOESCHEN R. - Utilization of endogenous lipid by isolated perfused rat heart.
Biochem. J., 1967, 103, 796.

OSTWALD R. et SHANNON A. - Composition of tissue lipids and anemia of guinea pigs in response to dietary cholesterol.
Biochem. J., 1964, 91, 146.

PAULSRUD J.R. et DRYER R.L. - Circum - Annual changes in triglyceride fatty acids of Bat brown adipose tissue.
Lipids, 1968, 3, 340.

PENGELLEY E.T. - Responses of a new hibernator to controlled environments.
Nature, G.B., 1964, 203, 892.

PENGELLEY E.T. et ASMUNDSON, S.M. - Free - running periods of endogenous circannian rhythms in the golden maltled ground squirrel, Citellus lateralis.
Comp. Biochem. Physiol., 1969, 30, 177.

PENGELLEY, E.T. et FISHER, K.C. - Rhythmical arousal from hibernation in the golden - mantled ground squirrel, Citellus lateralis tescorum.
Can. J. Zool., 1961, 39, 105.

PFLUGER R. - Das glykogen und seine Beziehungen Zur Zuckerkrankheit. 1905, Bonn, 2 nd Edition.

POPOV A.D. et MAZDRAKOV P.D. - Izučenie žira zivotnyh, vpadajuščih glubokuju zimnjuju spjačku.
Biohimija, 1963, 29, 643.

POPOVIC V. - Thermogénèse des Spermophiles à l'état de veille.
Bull. Ac. Sc. Serbe, Sect. Sc. Nat. Math., 1951, 4, 215.

POPOVIC V. et POPOVIC P. - Permanent cannulation of aorta and vena cava in rats and ground squirrels.
J. Appl. Physiol., 1960, 15, 727.

PRUNELLE C.F.V.G. - Recherches sur les phénomènes et sur les causes du sommeil hivernal de quelques Mammifères.
Ann. Mus. Nat., 1811 (Ier mém.), 18, 20.

REACH F.-Beiträge zur physiologie des winterschlafes.
Biochem. Zeitschrift., 1910, 26, 391.

REBEL G., WEILL J.D., MANDEL P. et KAYSER Ch. - Y a-t-il formation de glycogène à partir des acides gras chez les hibernants en sommeil hivernal ?
C. R. Soc. Biol., 1960, 154, 218.

REDMOND J.R. et LAYNE J.N. - A consideration of the metabolic rates of some shrew tissues.
Science, 1958, 128, 1508.

REMILLARD G. - Histochemical and microchemical observations on the lipids of the interscapular brown fat of the female vespertilionid bat, Myotis lucifugus lucifugus.
Ann. N.Y., Acad. Sc., 1958, 72, 1.

ROBINSON D.S. - The clearing factor lipase activity of adipose tissue. Dans : Adipose tissue. Handbook of Physiology, 1965, Sect. 5, 295, Am. Physiol. Soc. Washington, D.C.

RONDININI R., GANDOLFI G. et TURCHETTO E. - Variazioni degli acidi grassi dei lipidi di deposito durante l'ibernazione.
Rev. Biol., 1962, 60, 216.

RULOT H. - Note sur l'hibernation des Chauves-souris.
Arch. Biol., 1902, 18, 365.

SAARIKOSKI J. - Respiratory responses of cerebral cortex slices from a hibernating and a normal homeothermic mammal to electrical stimulation at 10 -36°C.
Ann. Acad. Sc. Fenn. , 1967, AIV:117, 22 p.

SAARIKOSKI J. - The effect of cold and electrical stimulation on O_2 consumption of brainstem slices from hibernating and non-hibernating mammals.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1968, AIV:138, 10 p.

SAINT GIRONS M.C. - Les variations saisonnières du rythme nycthéméral d'activité chez un Lérot femelle (Eliomys quercinus) en captivité.
Mammalia., 1960, 24, 177.

SAINT GIRONS M.C., VAN MOURIK W.R., et VAN BREE, P.J. - La croissance pondérale et le cycle annuel du Hamster, Cricetus cricetus Canescens Nehring, 1899 en captivité.
Mammalia, 1968, 32, 577.

SARAJAS H. S. - Blood glucose studies in permanently cannulated hedgehogs during a bout of hibernation.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1967, AIV:120, 4.

SATINOFF E. - Hibernation and the central Nervous system.
Progress in physiological psychology., 1970, 3, 201.

SCHLENCK H. et GELLERMAN J. L. - Esterification of fatty acids with diazomethane on a small scale.
Anal. Chem., 1960, 32, 1412.

SHABANOVA I. A. - Myocardial fatty acids in normal rabbits and rabbits with experimental myocarditis.
Fed. Proc., 1965, 24, T. 287.

SHIPP J. C., MATOS O. E. et CREVASSE L. - Effect of temperature on metabolism of glucose O-C14 and palmitate - 1-C14 in perfused rat heart.
Metabolism, 1965, 14, 639.

SICART R., LOUP A. et AGID R. - Variations saisonnières du taux de la corticostérone plasmatique chez le Lérot endormi ou réveillé.
J. Physiol., Paris, 1963, 55, 336.

SIGGARD-ANDERSEN O. et EGSBAEK W. - Hypothermiens indvirkning syre - base status hos hibernerende flagermus.
Ugeskr. f. laeger., 1962, 25, 929.

SMALLEY R. L. - The chemistry and function of brown fat in hibernating mammals.
Ph. D. Thesis., Iowa, 1963.

SMALLEY R. L. et DRYER R. L. - Brown fat in hibernation.
In Mammalian Hibernation, ed. Elsevier, N. Y., 1967, 325.

SMITH R. E. et HOCK R. J. - Brown fat : thermogenic effector of arousal in hibernators.
Science, 1963, 140, 199.

SOIVIO A. - Hibernation in the hedgehog (Erinaceus europaeus L.) : Changes in the distribution of blood and in the weight of the spleen during rewarming from induced hypothermia.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1963, AIV:67, 1.

SOMOGYI M. - Notes on sugar determination.
J. Biol. Chem., 1952, 5, 19.

SOUTH F. E. - Rates of oxygen consumption and glycolysis of ventricle and brain sclices, obtained from hibernating and non hibernating mammals, as function of temperature.
Physiol. Zool., 1958, 31, 6.

SPENCER W.A. et DEMPSTER G. - The lipids of mouse brown fat.
Can. J. Biochem. Physiol., 1962, 40, 1705.

SPENCER W.A., GRODUMS E.I. et DEMPSTER G. - The glyceride fatty acide composition and lipid content of brown and white adipose tissue of the hibernator Citellus lateralis.
J. Cel. Comp. Physiol., 1966, 67, 431.

SPERRY W.M. et BRAND F.C. - Determination of total lipids in blood serum.
J. Biol. Chem., 1955, 213, 69.

STADTMAN T.C. - Determination of cholesterol and ergosterol by Liebermann. Burchard reaction. Dans : Methods in Enzymology, ed : Colowick S.P. et Kaplan N.O., Acad. Press. N.Y., 1957, 3, 362.

STOCK K. et WESTERMANN E.O. - Concentration of norepinephrine, serotonin, and histamine, and of amine - metabolizing enzymes in mammalian adipose tissue.
J. Lipid. Res., 1963, 4, 297.

STRUMWASSER F., GILLIAM J.J. et SMITH J.L. - Long term studies on individual hibernating animals.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1964, A IV : 71, 400.

STUCKEY J. et COCO R.M. - A comparaison of the blood pictures of active and hibernating ground squirrels.
Am. J. Physiol., 1942, 137, 431.

SUOMALAINEN P. - Uber den Winterschlaf des Igels mit besonderer Berücksichtigung der Entzymtätigkeit und des Bromstoffwechsels.
Ann. Acad. Sc. Fenn., 1935, A:45, 1.

SUOMALAINEN P. - Uber den winterschlaf des Igels. II. Mitt. Der adrenalingehalt der Nebennieren.
Biochem. Z., 1938, 295, 145.

SUOMALAINEN P. - Stress and neurosecretion in the hibernating hedgehog.
Bull. Mus. Comp. Zoll. Harvard., 1960, 124, 271.

SUOMALAINEN P. et SAARIKOSKI P.L. - The content of non esterified fatty acids and glycerol in the blood of the hedgehog during the hibernation period.
Experientia., 1967, 23, 357.

SUOMALAINEN P. et SAURE L. - Hibernation and the islets of Langerhans.
Rep. 5 e cong. Soc. Biol. Rhythm, Stockholm, 1955, 157.

TREBLE D.H. et BALL E.G. - The occurrence of glycerokinase in rat brown adipose tissue.
Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol., 1963, 22, 357.

TSUKERNIK M. - Effect of hibernation on the glycogen, lactic acid and ketone body contents of the organism .
Ukraine Biochem. J., 1938, 12, 531.

TURCHETTO E., GANDOLFI M.G., RONDININI R. - The fatty acids of the deposit lipids in the hibernant.
Experientia, 1963, 19, 403.

TWENTE J.A. et TWENTE J.W. - pH and pCO_2 of glood of ground squirrel after known periods in hibernation.
Am. Zool., 1964, 41, 296.

TWENTE, J.W. et TWENTE J.A. - The duration of hibernation cycles as determined by body temperature.
Am. Zool., 1964, 4, 106.

TWENTE J.W. et TWENTE J.A. - Regulation of hibernating periods by temperature.
Proc. Nat. Acad. Sc. ,U.S.A., 1965a, 54, 1058.

TWENTE J.W. et TWENTE J.A. - Effects of core temperature hibernation of Citellus lateralis.
J. Appl. Physiol., 1965b, 20, 411.

TWENTE J.W. et TWENTE J.A. - Concentration of d-glucose in the blood of Citellus lateralis after known intervals of hibernating periods.
J. Mammal., 1967, 48, 381.

TWENTE J.A. et TWENTE J.W. - Concentrations of L-lactate in the tissues of Citellus lateralis after known intervals of hibernating periods.
J. Mammal., 1968, 49, 541.

UMBREIT W.W., BURRIS R.H. et STAUFFER J.H. - Manometric techniques, ed. Burgess, 1964, 305 p.

VALENTIN G. - Beiträge zur Kenntnis des Winterschlafes der Murmelthiere. II. Wechsel der Organe während des winterschlafes.
Moleschott's Unters. Naturl., 1857, 2, 1.

VALENTIN G. - Beiträg zur kenntnis des winterschlafes der Murmelthiere (III).
Unters Naturl. Mensch. Tiere, 1857, 2, 222.

VOIT C. - Uber die Wirkung der Temperatur der umgebenden Luft auf die Zersetzung im Organismis der Warmblüter.
Ztschr. Biol., 1878, 14, 57.

WADE O. - Rapid fat production by ground squirrels preceding hibernation.
Chicago Acad. Sc. Nat. Hist. Misc. Publ., 1948, 28, 1.

WEINLAND E. et RIEHL M. - Beobachtungen am winterschlafenden Murmelthiere.
Biol. Zeitschrit., 1907, 49, 37.

WEINLAND E. et RIEHL M. - Uber das Verhalten des glykogens beim heterothermen.
Tier. Ibid., 1908, 50, 75.

WEILL J.O. et KAYSER Ch. - Les réserves glycogénétiques et lipidiques du foie de la marmotte (Arctomys marmota, marmota monax) en état d'activité en été et au cours du sommeil hivernal.
C. R. Soc. Biol., 1957, 151, 374.

WHITTEN B.K. et BURLINGTON R.F. - Amino acid catabolism during arousal from hibernation.
Fed. Proc., 1971, 30, 1614.

WHITTEN B.K. et KLAIN G.J. - Protein metabolism in hepatic tissue of hibernating and arousing ground squirrels.
Am. J. Physiol., 1968, 214, 1360.

WILBER C.G. et MUSACCHIA X.J. - Fat metabolism in the arctic ground squirrel.
J. Mammal., 1950, 31, 304.

WILLIAMS D.D. et PLATNER W.S. - Cold-induced changes in fatty acids of the rat and hamster.
Amer. J. Physiol., 1967, 212, 167.

WILLIAMSON J.R. - Control of energy metabolism in hamster brown adipose tissue.
J. Biol. Chem., 1970, 245, 8, 2043.

WIRSEN C. et HAMBERGER B. - Catecholamine in brown fat.
Nature, 1967, 214, 625.

YAMANAKA W. et OSTWALD R. - Lipid composition of Heart, Kidney and Lung in guinea pigs made anemic by dietary cholesterol.
J. Nutrition, 1968, 95, 381.

ZIMNY M.L. - Metabolism of some carbohydrate and phosphate compounds during the hibernation in the ground squirrel.
J. Cell. Comp. Physiol., 1956, 48, 371.

ZIMNY M.L. et TYRONE V. - Carbohydrate metabolism during fasting and hibernation in the ground squirrel.
Am. J. Physiol., 1957, 189, 297.

ZIRM K.L. - Ein Beitrag zur Kenntnis des natürlichen Winterschlafes und seines regulierenden Wirkstoffes.
I. Z. für Naturfoschung, 1956, 11 b, 530.

OUVRAGES CONSULTES

Documentation bibliographique due à : Hibernation information exchange. Office of Naval Research, branch office. Chicago.

DEUEL H. J. - The lipids., 1955, vol. II; Ed : Biochemistry inter Sciences Publishers Inc. N. Y.

DILL D. B. - Handbook of Physiology. Section 4 : Adaptation to the environment. 1964, Ed. American Physiological Society. Washington D. C.

Colloque C. N. R. S. - Comportement des homéothermes vis à vis du stimulus froid. 1955, Strasbourg.

RENOLD A. E. et CAHILL G. F. - Handbook of Physiology, Section 5 : Adipose tissue, 1965, Ed. American Physiological Society Washington D. C.

TEPPERMAN J. - Physiologie endocrine et métabolique. 1969, Ed. Masson, Paris

WEBER G. - Advances in enzyme regulation, 1964, vol. 2. Pergamon Press.

INDEX DES FIGURES

pages

Figure n°1 - Dispositif actographique 8

Figure n°2 - Actogrammes divers recueillis chez le Lérot au cours du cycle annuel 8

Figure n°2bis - Evolution de l'activité au cours du cycle annuel, chez le Lérot ..... 10 et 11

Figure n°3 - Schéma d'une canule aortique en polyéthylène..... 12

Figure n°4 - Coupe schématique du système circulatoire du Lérot après implantation de la canule dont l'extrémité débouche dans la crosse aortique..... 12

Figure n°5 - Evolution des rythmes respiratoire et cardiaque au cours d'un réveil provoqué, chez le Lérot..... 28

Figure n°6 - Enregistrement simultané de la température dans trois régions du corps du Lérot au cours d'un réveil..... 29

Figure n°7 - Courbes de réchauffement relatives à deux lérots dont le réveil s'est déroulé à deux températures ambiantes différentes..... 31

Figure n°8 - Influence du jeûne dans l'apparition des phases d'hypothermie..... 36

Figure n°9 - Evolution du poids corporel chez 21 lérots alimentés, soumis aux variations du milieu extérieur pendant la période comprise entre Mai 1966 et Avril 1967..... 38

Figure n°10 - Influence du poids initial sur la perte de poids corporel présentée par des lérots hibernant à 6°C du 15 Novembre au 15 Mars..... 42

Figure n°11 - Evolution de l'activité et du poids corporel, pendant une période de quatre ans, à 6°C et à l'obscurité, chez quatre lérots..... 44

Figure n°12 - Evolution du poids corporel et de l'activité au cours du cycle annuel chez des lérots maintenus dans des conditions ambiantes différentes..... 46

Figure n°13 - Pertes de poids au cours de l'hibernation chez des lérots à jeun à 6°C ou à 15°C et chez des lérots nourris à la température extérieure..... 49

Figure n°14 - Evolution du taux des acides gras libres plasmatiques chez le Lérot, au cours du cycle annuel..... 57

Figure n°15 - Evolution de quelques constituants lipidiques dans le plasma au cours de l'année..... 61

Figure n°16- Evolution du taux de quelques constituants lipidiques dans le muscle cardiaque du Lérot au cours du cycle annuel.. 66

Figure n°17- Evolution du taux de quelques constituants lipidiques dans la Graisse Brune du Lérot au cours du cycle annuel.... 69

Figure n°18- Evolution de l'activité des glandes endocrines au cours du cycle annuel du Lérot..... 71

Figure n°19 - Evolution du taux du glucose plasmatique au cours du cycle annuel, chez le Lérot..... 72

Figure n° 20- Evolution du taux du glycogène hépatique au cours du cycle annuel, chez le Lérot..... 73

Figure n°21 - Evolution de quelques constituants lipidiques du foie au cours du cycle annuel, chez le Lérot..... 75

Figure n°22- Evolution saisonnière des acides gras totaux chez le Lérot..... 76

Figure n°23 - Répartition des divers acides gras contenus dans différentes fractions d'extraits lipidiques de plasma de lérots en hibernation ou pendant la vie active..... 79

Figure n°24 - Répartition des acides gras totaux du foie du Lérot à différentes périodes de l'année..... 81

Figure n° 25- Répartition des divers acides gras contenus dans des extraits lipidiques de Graisse Brune de lérots en hibernation ou pendant la vie active..... 83

Figure n°26- Evolution pondérale des deux testicules, au cours du cycle annuel, chez le Lérot..... 87

Figure n°27- Evolution de quelques constituants glucidiques dans les tissus du Lérot hibernant à 6°C..... 108

Figure n°28- Evolution du taux du glucose plasmatique au cours de l'endormissement à 15°C, chez quatre lérots porteurs de canule aortique 111

Figure n°29 - Evolution de quelques constituants glucidiques dans les tissus du Lérot, en fonction de la durée du sommeil à 15°C.. 112

Figure n°30- Répartition des acides gras dans le foie de Lérot hibernant soit à 6°C soit à 15°C..... 117

Figure n°31 - Evolution du taux du glucose plasmatique durant le réveil à 6°C, chez six lérots porteurs de canule aortique..... 120

Figure n°32- Evolution de quelques constituants tissulaires chez le Lérot pendant le réchauffement et la période d'activité..... 122

Figure n°33- Evolution du glucose, des acides lactique et pyruvique plasmatiques et du glycogène tissulaire au cours du réveil, chez le Lérot..... 123

Figure n°34- Evolution de la glycémie, de l'acide lactique plasmatique et du glycogène hépatique au cours du réveil de lérots hibernant à 15°C..... 126

Figure n°35- Evolution du glycérol et des acides gras libres dans le plasma du Lérot, pendant la première heure de réchauffement..... 131

Figure n°36- Evolution de quelques constituants lipidiques de la Graisse Brune et du plasma du Lérot au cours du réchauffement et de la période d'activité qui lui succède..... 136

Figure n°37- Evolution du taux des acides gras libres plasmatiques du Lérot, au cours du réchauffement spontané à deux températures ambiantes, respectivement égales à 6°C et 15°C.... 137

Figure n°38- Variations du taux du glucose plasmatique en fonction de la durée de sommeil et de la température ambiante d'hibernation..... 141

Figure n°39- Consommation d'oxygène présentée par cinq tissus à quatre températures d'incubation différentes..... 148

Figure n°40- Consommation d'oxygène présentée par cinq tissus prélevés chez des lérots dans quatre états physiologiques différents..... 149

Figure n°41 - Comparaison entre les consommations d'oxygène présentées par cinq tissus prélevés chez des lérots en cours de réchauffement ou actifs..... 150

Figure n°42- Evolution de la consommation d'oxygène de myocarde de lérots dans deux états physiologiques..... 152

Figure n°43- Consommation d'oxygène de coupes de Graisse Brune prélevée sur des lérots dans quatre états physiologiques différents, mesurée aux températures d'incubation de 6°C, 16°C, 27°C et 37°C 158

Figure n°44- Activité lipolytique de coupes de Graisse Brune prélevée sur des lérots dans quatre états physiologiques différents, mesurée aux températures d'incubation de 6°C, 16°C, 27°C, 37°C. 159

Figure n°45- Evolution de quelques paramètres biochimiques au cours du réveil du Lérot..... 165

Figure n°46- Effet du jeûne sur les acides gras totaux hépatiques à différentes périodes de l'année, chez le Lérot..... 170

Figure n°47- Effet du jeûne et du séjour au froid sur le taux des acides gras totaux hépatiques..... 173

Figure n°48 - Evolution saisonnière de quelques paramètres biologiques et biochimiques chez le Lérot..... 182

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 - Variation du poids corporel au cours du cycle annuel dans un groupe de 21 lérots (température ambiante et photopériode naturelles).

Tableau 2 - Perte de poids et activité moyenne présentées par des lérots en hibernation.

Tableau 3 - Variations du poids corporel et de l'activité du 12-XI-69 au 24-II-70 chez des lérots hibernant à 6°C (effets de l'alimentation).

Tableaux 4 à 9 - Evolution des glucides tissulaires au cours du cycle saisonnier chez le Lérot.

Tableaux 10 à 16 - Evolution de quelques constituants lipidiques dans le plasma du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableau 17 - Evolution des acides gras libres plasmatiques chez le Lérot pendant la période d'hibernation.

Tableau 18 - Evolution des acides gras libres plasmatiques chez le Lérot pendant la vie active.

Tableau 19 - β lipoprotéines sériques et acides gras totaux tissulaires chez le Lérot alimenté soumis à des températures ambiantes variables.

Tableau 20 - Constituants lipidiques dans le plasma de Lérot.

Tableaux 21 à 25 - Evolution de quelques constituants lipidiques dans le foie de Lérot au cours du cycle annuel.

Tableau 26 - Constituants lipidiques dans le foie de Lérot.

Tableaux 27 à 31 - Evolution de quelques constituants lipidiques du coeur du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableau 32 - Constituants lipidiques dans le coeur du Lérot.

Tableaux 33 à 35 - Evolution de quelques constituants lipidiques dans la graisse brune du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableaux 36 et 37 - Analyse par chromatographie en phase gazeuse des acides gras totaux du plasma du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableaux 38 et 39 - Analyse chromatographique des acides gras dans les trois fractions (esters de cholestérol, phospholipides et triglycérides) d'extraits lipidiques de plasma de Lérot.

Tableaux 40 à 42 - Analyse par chromatographie en phase gazeuse des acides gras totaux du foie du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableaux 43 et 44 - Analyse chromatographique des acides gras dans les trois fractions (esters de cholestérol, phospholipides, triglycérides) d'extraits lipidiques de foie de Lérot.

Tableaux 45 et 46 - Analyse par chromatographie en phase gazeuse des acides gras totaux du coeur du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableaux 47 et 48 - Analyse chromatographique des acides gras dans les trois fractions (esters de cholestérol, phospholipides, triglycérides) d'extraits lipidiques de coeur de Lérot.

Tableaux 49 et 50 - Analyse par chromatographie en phase gazeuse des acides gras totaux de la graisse brune du Lérot au cours du cycle annuel.

Tableaux 51 et 52 - Evolution des taux du glucose plasmatique et du glycogène hépatique au cours de la phase d'endormissement et de la période de sommeil chez des lérots hibernant à 6°C.

Tableaux 53 et 54 - Evolution des taux du glucose plasmatique et du glycogène hépatique au cours des réveils provoqués ou spontanés chez des lérots hibernant à 6°C.

Tableaux 55 et 56 - Etude des variations de quelques constituants tissulaires chez le Lérot, au cours de réveils provoqués à 6°C (expériences réalisées pendant la première partie de l'hibernation).

Tableau 57 - Etude des variations de quelques constituants tissulaires chez le Lérot, au cours de réveils provoqués à 6°C (expériences réalisées en fin d'hibernation).

Tableaux 58 et 59 - Evolution des glucides tissulaires au cours de la période de sommeil chez des lérots hibernant à 15°C.

Tableaux 60 et 61 - Evolution des glucides tissulaires au cours des réveils provoqués ou spontanés chez des lérots hibernant à 15°C

Tableau 62 - Evolution du taux des acides gras libres plasmatiques chez le Lérot au cours de réveils provoqués à 15°C.

Tableaux 63 et 64 - Consommations d'oxygène présentées par cinq tissus prélevés chez des lérots dans différents états physiologiques.

Tableau 65 - Effets de la température d'incubation sur la consommation d'oxygène tissulaire chez le Lérot.

Tableau 66 - Consommations d'oxygène tissulaires chez le Lérot et le Rat : calcul des Q10 pour les quatre températures d'incubation.

Tableau 67 - Effets du jeûne sur la concentration et la répartition des acides gras dans le foie de lérots maintenus à une température ambiante variable.

Tableau 68 - Effets du jeûne sur la concentration et la répartition des acides gras dans le foie de lérots maintenus à une température ambiante constante de 6°C depuis quatre jours.

Tableau 69 - Effets du jeûne sur la concentration et la répartition des acides gras dans le foie de lérots maintenus à une température ambiante constante de 6°C depuis quatre mois et demi

Tableau 70 - Modifications de quelques constituants biochimiques tissulaires entraînées par le jeûne (Avril 1970).

Tableau 71 - Modifications de quelques constituants biochimiques tissulaires entraînées par le jeûne (Septembre 1970).

Tableau 72 - Effets du jeûne sur quelques constituants glucidiques et lipidiques tissulaires chez des lérots maintenus à 6°C depuis quatre jours.

Tableau 73 - Modifications de quelques constituants biochimiques tissulaires entraînées par le jeûne et la température.

Tableaux 74 à 76 - Modifications de quelques constituants biochimiques tissulaires entraînées par le jeûne .

TABLEAU 1

VARIATION DU POIDS CORPOREL AU COURS DU CYCLE ANNUEL DANS UN GROUPE DE 21 LEROTS (température ambiante et photopériode naturelles)

Date des pesées	27-V-66	27-VI	28-VII	12-IX	10-X	9-XI	12-XII	12-I-67	14-II-67	31-III-67	27-IV-67
Nombre de Lérots	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Poids corporel moyen en g.	72 ± 1,7	89 ± 2,3	97 ± 2,8	142 ± 3,85	134 ± 3,4	123 ± 3,1	111 ± 2,9	96 ± 2,95	97 ± 3	99 ± 2,8	95 ± 3
Variation pondérale en g.		+ 17	+8	+45	-8	-11	-12	-15	+1	+2	- 4	
Variation pondérale journalière en g/jour		+ 0,57	+ 0,27	+ 0,98	- 0,28	- 0,37	- 0,36	- 0,48	+ 0,03	+ 0,04	- 0,15	
% de variation pour 100 g de poids corporel		+ 23,6	+ 9	+ 46,4	- 5,6	- 8,2	- 9,75	- 13,5	+ 1,03	+ 2,03	- 4,04	
						perte pendant l'hibernation 26 % du poids initial						
% de variation journalière en g % par jour		+ 0,79	+ 0,30	+ 1	- 0,19	- 0,27	- 0,29	- 0,43	+ 0,03	+ 0,045	- 0,15	
						perte journalière pendant l'hibernation 0,15 g %						
						HIBERNATION						

TABLEAU 2

PERTE DE POIDS PRESENTEE PAR 8 LEROTS A JEUN, PLACES SUR ACTOGRAPHE A LA CHAMBRE FROIDE (6°C) PENDANT LA PERIODE D'HIBERNATION

N° Lérots	Poids corporel en grammes 24-XI-67	3-I-68	15-II-68	Perte de poids pour 83 jours d'hibernation en g p. 100 g d'animal	Perte de poids en g p. 100 g d'animal et pour 100 jours d'hibernation
80 B	114	95	85	25,4	30
81 B	112	97	86	23,2	28
109 B	118	106	96	18,6	22
119 B	90	81	72	20	24
85 B	101	92	83	17,8	22
145 B	99	87	80	19,2	23
48 B	97	87	80	17,5	21
118 B	76	68	61	19,75	24

Activité moyenne déduite des actogrammes : 67 minutes de réveil pour 24 heures d'hibernation — moyenne : $24 \pm 1,1$

PERTE DE POIDS PRESENTEE PAR 8 LEROTS A JEUN, PLACES SUR ACTOGRAPHE A LA CHAMBRE FROIDE 15°C PENDANT LA PERIODE D'HIBERNATION

N° Lérots	Poids corporel en grammes 23-XI-67	3-I-68	19-II-68	Perte de poids pour 88 jours d'hibernation en g p. 100 g d'animal	Perte de poids en g.p. 100 g d'animal et pour 100 jours d'hibernation
59 B	95	72,5	61	35,8	40
58 B	91	68	57	37,4	42
93 B	101	75	55	45,5	51
125 B	123	94	69	44	50
159 B	98	74	57	41,8	47
90 B	96	67	54	43,7	50
171 B	86	66	53	38,4	43
204 B	91	74	61	33	37

Activité moyenne déduite des actogrammes : 125 minutes de réveil pour 24 heures d'hibernation — moyenne $45 \pm 1,85$

PERTE DE POIDS PRESENTEE PAR 7 LEROTS A JEUN, PLACES SUR ACTOGRAPHE DANS UNE PIECE SOUMISE AUX VARIATIONS DU MILIEU EXTERIEUR PENDANT LA PERIODE D'HIBERNATION

N° Lérots	Poids corporel en grammes 20-XI-67	3-I-68	20-II-68	Perte de poids pour 92 jours d'hibernation en g p. 100 g d'animal	Perte de poids en g p. 100 g d'animal et pour 100 jours d'hibernation
186 B	107	75	57	46,7	49
196 B	95	69	52	45,25	49
202 B	108	77	61	43,5	47
	12-XI-69	20-I-70	24-II-70	104 j d'hibernation	
300 C	137	85	67	51	49
378 C	124	70	51	59	56,5
161 C	113	66	52	54	52
160 C	120	68	45	62,5	60

Activité moyenne déduite des actogrammes : 4h.30 de réveil pour 24 heures d'hibernation — moyenne $51,8 \pm 1,85$

TABLEAU 3

VARIATIONS DU POIDS CORPOREL ET DE L'ACTIVITE DU 12. XI. 69 au 24. II. 70 . CHEZ LES LEROTS HIBERNANT A 6°C. (Effets de l'alimentation)

	Animaux privés de nourriture									Animaux ayant de la nourriture à leur disposition								
N° lérots	64 C	120 C	63 C	20 C	56 C	123 C	13 C	119 C	moyennes	387 C	35 C	386 C	58 C	157 C	155 C	345 C	36 C	moyennes
poids initial le 12-XI-69 en g.	100	96	121	95	90	98	77	130	100	81	85	90	91	85	66	90	91	86
poids le 24-II-70 en g.	72	71	94	71	63	76	55	86	73, 5	72	74	85	85	73	59	75	76	75
perte procentuelle rapportée à 100 jours d'hibernation.	27°/o	24°/o	21, 5%	24%	29%	22%	27, 5%	32, 5%	26	10, 7%	12, 5%	5, 3%	6, 4%	13, 5%	10%	16%	16%	11, 3
Période d'activité entre le 18-XI-69 et le 24-II-70	111h	80h	96h	80h	106h	95h	90h	209h	108	527h	627h	601h	434h	252h	223h	385h	352h	425
Temps passé en hypothermie entre le 18-XI-69 et le 24-II-70	2241	2272	2256	2272	2246	2257	2262	2143	2244	1825	1725	1751	1918	2100	2129	1967	2000	1927
Activité moyenne	66 minutes de réveil pour 24 heures d'hibernation									4 heures et 20 minutes de réveil pour 24 heures d'hibernation								

TABLEAU 4

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DU CYCLE SAISONNIER CHEZ LE LEROT

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Glycogène du foie mg p. cent g frais	Glucose plasmatique mg p. cent ml	Observations
SEPTEMBRE	111	20°	37°	-	3000	100	Animal actif
	112	20°	37°	-	1730	125	" "
	113	20°	37°	-	4320	155	" "
	114	20°	37°	-	2720	110	" "
	115	20°	37°	-	3560	150	" "
	39/62	20°	34°	3,77	3650	220	animal en fin de réveil
	46/62	15°	36°	3,04	2400	210	" "
	25 S	21°	37°	2,71	3120	103	animal actif
Groupe 1	Moyennes				3062 ± 898	$146,5 \pm 16,5$	
SEPTEMBRE	54/62	20°	20°	3,4	940	55	Hypothermie préhibernale
	41/62	16°	16°	3	8100	32	"
	63/62	16°	16°	4,6	4060	30	"
	22 B	21°	21°5	2,16	1285	57	"
	23 B	21°	35°	2,78	870	51	"
	38 S	21°	33°5	2,90	590	64	"
Groupe 2	Moyennes			3,14	2640 ± 1209	$48 \pm 5,7$	
OCTOBRE	153	7°	8°	-	2780	75	Animaux endormis à 6°C depuis : 40 h
	154	7°	7°5	-	3560	102	24 h
	155	7°	8°	-	2700	80	40 h
	143 B	6°	6°5	3,80	835	34	52 h
	208 B	6°	6°5	2,75	942	20	6 jours
	144 B	6°	7°	4,4	6000	40	6 jours
	140 B	6°	6°5	4,63	5120	94	39 h
	67 B	6°	6°5	2,83	4350	65	6 jours
	215 B	6°	7°	3,78	5580	29	40 h
	213 B	6°	7°	2,57	1200	38	53 h
	214 B	6°	7°	3,03	2600	91	3 h
	128 B	6°	8°	3,95	775	32	6 j + 4 h
	65 B	6°	7°	2,9	940	17	6 j + 8 h
	129 B	6°	7°5	3,8	3120	110	2 h
	50 B	6°	6°5	4	12200	68	66 h
	146 B	6°	7°	4,32	4950	57	36 h
	108 B	6°	6°5	3,14	4620	41	66 h
Groupe 3	Moyennes			3,56	3663 ± 685	$58,4 \pm 7,2$	
OCTOBRE	145	15°	16°	-	1620	19	Animaux endormis à 15°C depuis : 34 h
	144	15°	16°	-	1800	37	46 h
	143	15°	16°	-	1890	48	32 h
	100	15°	15°5	2,42	1285	37	33 h
	188 B	15°	18°5	2,16	1225	35	début de réveil
	100 B	15°	15°5	2,83	1045	33	12 h
	62 B	15°	17°5	2,5	1583	47	15 h
	63 B	15°	20°5	1,74	928	88	début de sommeil
	73 B	15°	18°	2,03	1184	40	6 h
	105 B	15°	24°5	2,25	1780	53	6 h
	112 B	15°	35°	2,88	315	93	fin de réveil
	72 B	13°	14°	2,72	1040	54	6 h
	14 B	13°	14°	2,40	1210	56	11 h
	139B	13°	16°	2,08	2315	49	début de sommeil
	201 B	15°	15°	2,43	1085	39	40 h
	97	15°	15°	2,70	1605	35	41 h
	101 B	15°	15°5	2,86	1704	42	38 h
	103 B	15°	15°	3,50	1765	41	16 h
	189 B	15°	15°5	2,23	1570	45	14 h
	54 B	15°	16°	3,10	1355	39	15 h
Groupe 4	Moyennes			2,52	1415 ± 98	$46,5 \pm 3,9$	

TABLEAU 5

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DU CYCLE SAISONNIER CHEZ LE LEROT

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Glycogène du foie mg p. cent g frais	Glucose plasmatique mg p. cent ml	Observations
OCTOBRE	15 B	15°	37°	1, 81	1970	117	Animaux réveillés et actifs
	104 B	15°	37°	2, 27	4840	194	"
	33 B	13°	37°	2, 42	3720	190	"
	54 S	6°	38°	4, 12	4070	107	"
	B_1	15°	37°	2, 82	4700	108	"
Groupe 5	Moyennes			2, 69	$3860^{+}_{-}515$	$143^{+}_{-}20$	
NOVEMBRE							Animaux privés de nourriture endormis à 6°C depuis :
	22/66	6°	6°5	2, 80	880	75	27 h
	23/66	6°	6°	2, 68	1850	64	32 h
	24/66	6°	6°	2, 98	1345	84	72 h
	16/66	6°	6°	2, 96	1440	72	22 h
	29/66	6°	7°	2, 45	2690	56	72 h
	15/66	7°	7°	2, 88	1220	63	5 h
	56/66	7°	7°	2, 71	940	68	-
	142	7°	8°	-	1685	59	8 h
	54/66	6°	7°	2, 71	1085	68	5 h
	147 B	6°	6°5	4, 36	570	38	60 h
Groupe 6	Moyennes			2, 95	$1370^{+}_{-}190$	$65^{+}_{-}4$	
NOVEMBRE + DECEMBRE							Animaux privés de nourriture réveillés et actifs
	78/66	16°	35°	2, 20	455	110	"
	42 B	15°	35°	1, 98	130	104	"
	152 B	16°	38°	1, 80	370	84	"
	124 B	14°5	37°	2, 30	1050	82	"
	31/67	14°5	35°	2, 86	1270	75	"
	211 B	20°	37°5	1, 88	600	84	"
	155 B	17°	36°	1, 55	2050	91	"
	24 B	16°	39°	2, 53	1435	93	"
	183 B	16°	37°	1, 92	565	91	"
	195 B	15°	38°5	2, 62	630	91	"
Groupe 7	Moyennes			2, 16	$855^{+}_{-}185$	$90, 5^{+}_{-}3, 3$	
DECEMBRE							Animaux privés de nourriture endormis à 15°C depuis
	11	15°	16°	1, 98	3400	46	40 h
	12	15°	15°5	2, 29	4200	40	36 h
	94	14°	14°5	2, 58	2900	46	47 h
	95	14°	14°	3, 92	1570	45	85 h
	181	14°	33°	-	2140	83	début de sommeil
	156	14°	15°	-	1500	15	12 h
	183	14°	15°	-	1844	39	10 h
	182	14°	15°	-	1080	8	54 h
	88 B	14°	14°	3, 06	650	50	5 jours
	55 B	14°	14°	3, 13	1225	17	30 h
	181 B	14°	14°	2, 76	1125	26	84 h
	27 B	15°	15°5	2, 43	910	25	84 h
Groupe 8	Moyennes			2, 77	$1879^{+}_{-}315$	$37^{+}_{-}5, 8$	
JANVIER + FEVRIER							Animaux privés de nourriture endormis à 6°C depuis :
	11/62	6°	6°	-	1900	10	10 jours
	72	7°	7°	3, 45	4200	38	40 h
	73	7°	7°	2, 80	1460	37	40 h
	74	7°	7°	3, 40	610	22	40 h
	21/67	6°	8°	3, 12	1950	54	7 h
	184 B	6°	7°5	2, 65	875	41	6 jours + 12 h
	110 B	7°	7°	2, 87	2660	14	-
	133 B	6°	6°5	2, 99	2900	36	10 jours + 8 h
	41 B	6°	6°5	2, 93	-	53	54 h
	177 B	6°	6°5	3, 42	2150	18	8 jours
Groupe 9	Moyennes			3, 07	$2078^{+}_{-}364$	$32^{+}_{-}4, 9$	

TABLEAU 6

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DU CYCLE SAISONNIER CHEZ LE LEROT

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Glycogène du foie mg p. cent g frais	Glucose plasmatique mg p. cent ml	Observations
							Animaux privés de nourriture, endormis à 15°C depuis :
JANVIER + FEVRIER	1/62	14°	14°	-	970	-	6 h
	66	15°	15°5	3,3	240	14	39 h
	67	15°	15°5	4,6	1450	52	40 h
	68	15°	15°5	3	3660	40	46 h
	77	15°	15°5	3,4	4420	20	40 h
	78	15°	16°	2,6	60	14	36 h
	194 B	15°	16°	2,77	520	10	24 h
	95 B	15°	15°5	2,38	518	11	61 h
	158 B	15°	15°5	2,68	1250	21	13 h
	121/67	16°	16°5	2,64	1035	12	60 h
	122/67	16°	16°5	4,08	643	10	52 h
	70 B	16°	16°	3,10	-	19	14 h
	127 B	16°	16°	2,40	-	17	42 h
Groupe 10	Moyennes			3,08	1342 ± 425	$20 \pm 3,5$	
							Animaux privés de nourriture, réveillés et actifs.
JANVIER + FEVRIER	86 B	15°	35°	2,38	535	55	"
	111 B	6°	35°	2,43	1930	81	"
	56 B	15°	37°5	2,51	530	92	"
	164 B	15°	37°	2,77	1070	78	"
	57 B	16°	37°	2,26	-	108	"
	342 C	15°	37°5	3,46	150	90	"
	169 C	15°	37°5	2,42	820	115	"
	168 C	15°	36°	2,84	565	98	
	171 C	15°	36°5	2,57	1240	80	"
	174 C	15°	35°	2,5	430	60	"
Groupe 11	Moyennes			2,61	808 ± 178	86 ± 6	
							Animaux privés de nourriture endormis à 6°C depuis :
MARS	159	6°5	6°5	2,1	1380	18	8 jours + 12 h
	165	6°5	6°5	1,95	1440	27	8 j + 12 h
	202	6°5	7°	2,52	1695	36	4 j
	171	6°5	7°	2,40	760	22	13 j + 4 h
	157	6°5	7°	2,40	1835	22	9 j + 12 h
	172	6°5	7°	2,90	2675	63	10 h
	173	6°5	7°	2,88	2400	89,5	10 h
	199	6°5	7°5	3,52	1960	89	6 h
	197	6°5	6°5	2,96	1850	50	36 h
	211	6°5	7°	2,85	2260	50	72 h
	208	6°5	7°5	3,22	2050	33	4 j + 17 h
	207	6°5	7°	3,07	1850	74	4 j + 15 h
	167	6°5	7°	3,56	2450	48	10 j
	B_2	6°	6°	3,66	1620	47	72 h
	8 S	7°	7°5	3,50	3300	64	-
	29 S	6°	6°	3,82	540	15	5 j
	50 S	6°	6°	3,27	772	30	5 j
Groupe 12	Moyennes			2,97	1814 ± 183	$46 \pm 5,7$	

TABLEAU 7

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DU CYCLE SAISONNIER CHEZ LE LEROT

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie x100 corps	Glycogène du foie mg p. cent g frais	Glucose plasmatique mg p. cent ml	Observations
							Animaux privés de nourriture, endormis à 15°C depuis :
MARS	191	14°	14°5	2,90	1900	26	10 h
	194	14°	14°5	2,23	1360	36	5 h
	200	14°	16°5	3,12	1225	33	5 h
	195	14°	15°5	2,40	364	18	84 h
	201	14°	15°	-	1350	21	84 h
	192	14°	14°5	3,91	1550	17	72 h
	203	14°	15°	2,80	1630	48	10 h
Groupe 13	Moyennes			2,89	$1340^{+}_{-}183$	$28^{+}_{-}4,3$	
							Animaux privés de nourriture réveillés et actifs à 6°C
MARS	144/67	6°	38°	2,85	372	131	"
	145/67	6°	37°5	3,42	1090	108	"
	73/67	6°	35°5	2,67	1900	88	"
	150/67	6°	36°	2,97	1400	104	"
	147/67	6°	35°	3,08	1580	80	"
	74/67	6°	35°5	2,71	2370	99	"
	76/67	6°	36°	2,56	4880	102	"
	148/67	6°	36°5	3,65	1570	109	"
	152/67	6°	36	2,54	1186	108	"
	149/67	6°	36	3,58	940	89	"
Groupe 14	Moyennes			3	$1728^{+}_{-}390$	$102^{+}_{-}4,5$	
							Animaux privés de nourriture réveillés et actifs à 15°
MARS	204 B	15°	36°5	3,39	275	96	
	209 B	16°	35°5	2,96	800	84	
	154 B	16°	37°5	2,81	230	52	
	35 B	16°	37°	2,96	250	63	
	47 B	15°	37°	2,30	933	52	
	165 B	15°	36°	3,05	-	58	
Groupe 15	Moyennes			2,91	$498^{+}_{-}152$	$68^{+}_{-}7,5$	
							Animaux nourris, réveillés et actifs depuis (5-48 h)
AVRIL	26/62	20°	37°	-	5560	70	
	27/62	20°	37°	3,40	4480	80	
	28/62	20°	37°	5,80	3300	90	
	29/62	20°	37°	4,30	5100	-	
	64 B	18°	37°	3,20	535	96	
	167 B	18°	37°	4,54	13000	121	
	197 B	18°	36°	3,19	2700	89	
	118 B	18°	37°	3,50	950	110	
Groupe 16	Moyennes			3,99	$4453^{+}_{-}1380$	$93,7^{+}_{-}6,5$	
							Animaux nourris actifs
MAI	53/62	20°	34°	3,62	1460	240	
	43/62	20°	35°	4,77	8350	300	
	56/62	20°	35°	3,65	8150	165	
	48/62	20°	34°	4,55	580	85	
	355 C	11°	38°5	4,50	12950	138	
	76 C	16°	38°	3,73	11700	208	
	150 C	17°	38°	4,23	15400	128	
	73 C	17°	37°	2,43	585	104	
	74 C	17°	35°	5,85	1530	105	
	45 C	17°	38°	4,20	830	114	
	267 C	18°	37°5	2,57	3050	99	
Groupe 17	Moyennes			4	$5853^{+}_{-}1695$	$153^{+}_{-}20,6$	

TABLEAU 8

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DU CYCLE SAISONNIER CHEZ LE LEROT

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Glycogène du foie mg p. cent g frais	Glucose plasmatique mg p. cent ml	Observations
							Animaux privés de nourriture, actifs.
MAI	21 S	18°	37°	3,06	50	64	
	19 S	18°	37°	3,2	43	90	
	12 S	18°	37°	2,92	98	86	
	365 C	12°	39°5	3,23	190	97	
	363 C	20°	38°	2,65	82	60	
	80 C	16°	37°5	2,72	50	68	
	159 C	11°	37°	2,77	1390	90	
Groupe 18	Moyennes			2,93	272 ± 188	79,3 ± 5,6	
							Animaux privés de nourriture hypothermiques depuis
MAI	58 B	12°	12°5	3,4	805	40	32 h
	109 C	12°	15°	2,9	432	38	début de sommeil
	183 C	12°	12°5	3,4	457	49	8 h
	368 C	13°	13°5	3,28	1600	52	9 h
	400 C	11°	12°	3,86	665	36	10 h
	370 C	12°	12°5	2,88	438	56	8 h
	203 B	20°	21°	3,36	730	57	14 h
	407 C	16°	17°5	3,06	285	46	5 h
	77 C	11°	12°5	3,50	1300	34	16 h
Groupe 19	Moyennes			3,29	745±146	45±2,9	
							Animaux nourris hypothermiques depuis :
MAI	330 C	16°	21°	2,75	7540	37	5 h
	151 C	17°	20°	2,77	915	46	8 h
	332 C	11°	11°	4,40	2520	54	16 h
	360 C	10°	10°5	4	2950	90	16 h
Groupe 20	Moyennes			3,48	3481±1422	57±11,6	
							Animaux nourris actifs
JUIN	62/62	22°	36°	4,38	6300	110	
	52/62	22°	36°	3,13	470	190	
	6/62	22°	37°	-	1300	160	
	190 B	22°	37°5	2,96	2100	210	
	94 B	25°	36°5	4,4	9000	124	
	99 B	22°	34°5	3,2	4500	90	
	20/C	18°	39°	3,4	270	175	
	202 C	19°	35°	3,7	12700	129	
	102 C	19°	35°	4,2	11600	126	
	101 C	19°	37°	4	9300	118	
Groupe 21	Moyennes			3,71	5754 ± 1113	143,2 ± 12,2	
							Animaux nourris, actifs.
JUILLET	36/62	22°	37°	-	1700	180	
	37/62	22°	37°	-	2800	145	
	35/62	22°	37°	-	3900	115	
	57/62	25°	35°	2,69	1470	115	
	x/64	27°	38°	3,74	-	195	
	y/64	27°	37°	4,95	-	140	
	s/64	28°	37°	3,32	-	115	
	10/64	28°	37°	3,32	-	185	
	1	25°	38	3,21	2850	107	
	2	25°	37°5	3,48	6350	121	
	3	25°	39°	3	1100	200	
	6	25°	37°	-	11500	172	
	8	26°	37°	3	3850	70	
	12 B	24°	37°5	4,1	16800	84	
	96 B	24°	37°5	4	9940	103	
	107 B	24°	37°	4,05	8000	93	
Groupe 22	Moyennes			3,63	5855 ± 1514	134 ± 10,3	

TABLEAU 9

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DU CYCLE SAISONNIER CHEZ LE LEROT

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Glycogène du foie mg p. cent g frais	Glucose plasmatique mg p. cent ml	Observations
JUILLET	7	26°	37°5	2,53	412	103	Animaux privés de nourriture, actifs.
	9	26°	35°	2,76	360	92	
	10	26°	36°	2,56	160	62	
	11	26°	37°	2,82	77	77	
	1 S	27°	36°	2,81	60	50	
	2 S	27°	37°	3,10	180	56	
	3 S	27°	36°	2,63	165	56	
	4	24°	38°5	2,48	706	108	
	205	21°	35°	3,24	1680	57	
	168	21°	37°	2,93	988	102	
	187	24°	37°	3,14	2050	87	
	8 B	21°	36°5	2,78	370	53	-
	5 B	21°	35°5	2,70	280	65	
Groupe 23	Moyennes			2,80	576 ± 188	74,5 ± 5,9	
JUILLET	204	21°	23°	2,7	4250	82	Animaux privés de nourriture hypothermiques depuis : -
	5	21°	22°	2,44	735	49	2 h
	52	19°	20°	2,64	943	50	-
	51	19°	23°	2,95	580	39	-
	53	19°	20°	3,08	942	72	-
	10 B	21°	22°	2,15	48	45	3 h
	9 B	21°	22°	2,53	1450	30	5 h
	7 B	21°	22°	2,48	832	23	6 h
	6 B	21°	22°	2,61	675	33	6 h
	98 B	21°	34°	3,03	490	36	début de sommeil
	191 B	21°	25°	2,85	457	36	6 h
Groupe 24	Moyennes			2,68	1036 ± 338	45 ± 5,4	
JUILLET	80/63	22°	22°5	-	-	30	Animaux nourris hypothermiques depuis : 8 h
	60/62	25°	25°5	3,2	280	25	-
	59/62	25°	25°5	2,65	170	50	-
	29/62	25°	25°5	3,40	5100	45	-
	40/62	25°	25°5	2,60	780	25	-
	35/62	25°	26°	3,40	8200	90	-
	55/62	28°	28°5	3,40	1850	70	2h 30
	45/62	16°5	17°	3,60	3280	15	48 h
	61/62	16°5	17°	3,60	2940	40	24 h
Groupe 25	Moyennes			3,23	2825 ± 972	43,33 ± 8	
JUILLET	37 S	6°	6°	4,2	3075	61	Animaux nourris hypothermiques à 6°C depuis : 14 h
	53 S	6°	6°	4,3	1240	58	14 h
	95	6°	8°	5,9	10 650	70	4 h
	B_3	6°	6°	4,3	1060	68	13 h
	216	6°	6°	5,5	8450	102	-
Groupe 26	Moyennes			4,84	4895 ± 1964	71,8 ± 7,8	

TABLEAU 10

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. 100 ml			
SEPTEMBRE	192/63	22°	37°	944			Réveillé
	39/62	20°	34°	1350			Réveillé depuis 6 h
	46/62	15°	36°	480			" " 3 h
	54/62	19°5	19°5	450			Endormi depuis 28 h
	41/62	15°	15°	678			" " 3,5 j
	22 B	21°	21°5	820	343	27,5	Endormi
	23 B	21°	35°	780	343	29	Actif
	25 S	21°	37°	655	290	23	"
	38 S	21°	33°5	735	300	25,5	"
groupe 1	moyennes			$766^{+}_{-}89$	$319^{+}_{-}14$	$26^{+}_{-}1,3$	
							Endormis à 6°C depuis :
	143 B	6°	6°5	742	311	21,5	52 h
	208 B	"	6°5	770	280	20	6 j
	144 B	"	7°	1040	400	29	6 j
	140 B	"	6°5	1260	345	33	39 h
	67 B	"	6°7	1200	285	25	6 j + 3 h
OCTOBRE	215 B	"	7°	1040	370	30	40 h
	213 B	"	7°	680	325	23	63 h
	214 B	"	7°	890	270	22	3 h
	128 B	"	8°	785	320	25	6 j + 4 h
	65 B	"	7°	680	280	21	6 j + 8 h
	129 B	"	7°5	750	220	24	5 h
	50 B	"	6°	1040	355	29	66 h
	146 B	"	7°	850	320	24,5	36 h
	108 B	"	6°8	955	342	32	66 h
	153	7	8°	1360	590	45	40 h
	154	7°	7°5	660	338	23	24 h
	155	7°	8°	1355	447	27,5	40 h
groupe 2	moyennes			$945^{+}_{-}57$	$341^{+}_{-}20$	$26,7^{+}_{-}1,5$	
							Endormi depuis :
	13/63	16°	16°5	650	297		-
	7/63	16°	16°5	416	470		-
	145	15°	16°	707	380	25,5	34 h
	144	15°	16°	1151	447	26	46 h
	143	15°	16°	895	500	27	32 h
	62 B	15°	17°5	870	330	27	15 h
	63 B	15°	20°5	950	400	31	en début de sommeil
OCTOBRE	73 B	15°	18°	785	270	23	6 h
	105 B	15°	24°5	810	260	23	6 h
	201 B	15°	15°	765	360	23,5	40 h
	97 B	15°	15°5	700	320	21	41 h
	101 B	15°	15°5	740	350	22,5	38 h
	103 B	15°	15°25	700	320	22	16 h
	189 B	15°	15°5	830	370	27	14 h
	72 B	13°	14°	806	248	21	6 h
	14 B	13°	13°75	1040	340	31	11 h
	139 B	13°	16°25	860	320	28	en début de sommeil
	54 B	14°	16°	850	310	23,5	15 h
	100	15°	15°5	785	310	25	33 h
	188 B	15	18°5	680	235	22	en début de réveil
	100 B	15°	15°5	806	345	28,5	12 h
groupe 3	moyennes			$799^{+}_{-}32$	$342^{+}_{-}15$	$252^{+}_{-}0,71$	

TABLEAU 11

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. 100 ml			
OCTOBRE	15 B	15°	37°	890	345	31	Réveillé
	104 B	15°	37°	810	250	31	"
	112 B	15°	35°5	700	290	19,5	"
	54 S	6°	38°5	1420	400	45	"
	33 B	13°	37°	1060	365	31	"
	74 B	15°	37°	690	270	22, 5	"
	B 1	15°	37°	1060	365	31	"
	115 B	15°	38°	640	260	20, 5	"
Groupe 4	Moyennes			$909^{+}_{-}92$	$317,5^{+}_{-}20$	$28^{+}_{-}2, 97$	
NOVEMBRE							Endormis depuis :
	22/66	6°	6°5	640	230	30	27 h
	23/66	6°	6°	880	375	27, 5	32 h
	24/66	6°	6°	815	325	26	3 j
	16/66	6°	6°	837	325	19, 5	22 h
	29/66	6°	7°	860	310	27	3 j
Groupe 5	Moyennes			$806^{+}_{-}43$	$313^{+}_{-}23, 5$	$26^{+}_{-}1, 75$	
DECEMBRE							En cours de réveil depuis :
	56/66	6°	7°	970	345	31	20 mn
	19/66	6°	8°	938	454	28	45 mn
	89/66	6°	11°	794	370	26	45 mn
	55/66	6°	16°	1000	430	30	1 h
	58/66	6°	16°5	783	305	22	1 h 10
	13/66	6°	27°	860	350	27, 5	Réveil spontané
	141	6°	33°	690	252	15, 5	1 h 15
Groupe 6	Moyennes			$862^{+}_{-}43$	$358^{+}_{-}26$	$25,7^{+}_{-}2, 02$	
DECEMBRE							Réveillés depuis :
	57/66	6°	35°	607	317	22	3 h
	59/66	6°	31°	750	350	26	"
	98/66	6°	36°	970	450	32	"
Groupe 7	Moyennes			776	372	26, 6	
DECEMBRE							
	15/66	6°	7°5	770	330	24	En début de sommeil
	97/66	6°	29°	837	350	25	"
	54/66	6°	7°	1170	416	40	"
	142	6°	8°	606	232	15	"
	149	6°	6°5	1015	455	34	"
Groupe 8	Moyennes			$880^{+}_{-}98$	$356, 5^{+}_{-}38$	$27,6^{+}_{-}4, 31$	

TABLEAU 12

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. 100 ml			
							Endormis depuis :
D E C E M B R E	11/63	15°	16°	647	442	22	40 h
	12/63	15°	16°5	650	420	26	36 h
	94/63	15°	15°	450	302	17	47 h
	95/63	15°	15°	348	216	14	85 h
	156	14°	15°	670	229	22	12 h
	183	14°	15°	753	308	24	10 h
	182	14°	15°	860	403	28	54 h
	138	14°	15°	665	410	19, 5	24 h
Groupe 9	Moyennes			630 ± 57	$341 \pm 31,6$	$21, 6 \pm 1,63$	
							Endormis à 6° depuis :
J A N V I E R + F E V R I E R	11/62	6°	6°	863	-	-	10 jours
	72/63	6°	7°	610	254	-	38 h
	73/63	6°	7°	511	220	-	40 h
	74/63	6°	7°	630	260	-	37 h
	21/62	6°	7°	762	-	-	-
	1/64	6°	7°	800	500	29, 5	43 h
	04/64	6°	7°	715	425	16	89 h
	3/64	6°	7°	500	310	16, 5	7 jours
	6/64	6°	7°	515	320	22	9 j
	21/64	6°	7°	605	330	22	9 j
	8/64	6°	7°	700	450	18, 5	13 j
	21/67	6°	7°	824	435	25, 5	7 h
	25/67	6°	7°	600	285	20	7 h
Groupe 10	Moyennes			665 ± 34	$344, 5 \pm 28$	$21,25 \pm 1,61$	
							Endormis à 15° depuis :
J A N V I E R + F E V R I E R	2/64	15°	15°	465	226	18	41 h
	91/64	15°	15°	634	224	16, 5	64 h
	81/64	15°	15°	634	333	20	67 h
	17/64	15°	15°	788	450	18	73 h
	66	15°	15°	535	320	-	39 h
	67	15°	15°	340	190	-	40 h
	68	15°	15°	630	375	-	46 h
	77	15°	15°	575	360	-	40 h
	78	15°	15°	510	285	-	36 h
	175	15°	15°	730	228	24	12 h
	177	15°	15°	615	165	16, 5	12 h
	9/64	15°	15°	575	330	24	24 h
	4/64	15°	15°	840	540	29	96 h
	121/67	15°	16°5	700	373	21	60 h
	122/67	16°	16°5	665	416	20	52 h
Groupe 11	Moyennes			$616 \pm 32, 5$	321 ± 27	$20, 7 \pm 1,25$	

TABLEAU 13

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				valeurs en mg p. 100 ml			
	17/67	6°	36°5	856	434	29	Réveil provoqué à 6°C
	80/67	6°	36°5	790	385	27	
	133/67	6°	36°5	985	-	39	durée $\gg$ à 6 h
F E V R I E R	141/67	6°	36°5	741	370	27	
	144/67	6°	38	672	390	26	
	142/67	6°	36,5	620	300	25	
	145/67	6°	37,5	700	375	23,5	
	143/67	6°	36°	815	408	28,5	
	146/67	6°	36°	583	381	24,5	
	139/67	6°	35°	577	386	26	
Groupe 12	Moyennes			734 ± 41	381 ± 12	$27,5 \pm 1,38$	
							Endormis à 6°C depuis
	29 S	6°	6°	610	393	18	5 j
	50 S	6°	6°	525	280	17	5 j
	46 S	6°	6°5	856	400	31,5	20 h
	31 S	6°	6°5	506	257	18,5	5 j + 8 h
	159	6°	6°5	778	510	27,5	8 j + 12 h
	165	6°	6°5	824	500	27	8 j + 12 h
	202	6°	7°	784	486	33	4 j
	171	6°	7°	980	627	26	13 j
	157	6°	7°	720	406	23	9 j + 12 h
	172	6°	7°	661	320	23	10 h
M A R S	173	6°	7°	871	442	29	10 h
	199	6°	7°	573	325	23	6 h
	197	6°	7°	737	400	28	1 j + 12 h
	211	6°	7°	881	560	29	3 j
	212	6°	7°	846	530	31	3 j
	208	6°	7°	925	610	34	4 j + 17 h
	207	6°	7°	755	430	27	4 j + 15 h
Groupe 13	Moyennes			755 ± 34	$440 \pm 26,!$	$26,2 \pm 1,24$	
							Endormis à 15° depuis :
	13/64	15°	15°	370	400	20,5	5 j
	14/64	15°	15°5	760	575	33	51 h
	15/64	16°	16°	512	320	17,5	40 h
	5/64	16°	16°	830	595	32	13 h
	191	15°	15°	940	475	31	10 h
	194	15°	15°5	938	400	28	5 h
M A R S	200	15°	16°	631	346	24	5 h
	195	15°	15°	916	490	32	3 j + 12 h
	201	15°	15°	513	300	18,5	3 j + 12 h
	192	15°	15°5	980	586	30	3 j
	203	15°	16°	646	324		10 h
Groupe 14	Moyennes			$730,5 \pm 63$	437 ± 34	$26,6 \pm 1,9$	

TABLEAU 14

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. 100 ml			
MARS	167	6°	7°	993	530	32	En cours de réveil depuis 10 mn
	B	6°	7°5	975	600	33,5	50 mn
	A	6°	10°	750	458	21	30 mn
	100/67	6°	23°5	1050	634	38	1 h 10
	28/67	6°	34°	870	488	30	1 h 30
	92/67	6°	35°	735	498	24	2 h
Groupe 15	Moyennes			895 ± 54	$534,6 \pm 28$	$29,75 \pm 2,56$	
							Réveillés depuis :
	108/67	6°	36°	1285	657	42	2 h
	170	6°	36°	600	380	21	2 h
	92/67	6°	36°	735	498	24	2 h
	166	6°	37°	800	530	31	2h 30
	73/67	6°	35°5	680	326	25	3 h
	74/67	6°	35°5	840	410	32	3 h
MARS	150/67	6°	36°	820	424	32,5	6 h
	147/67	6°	35°	895	428	37	8 h
	152/67	6°	36°	685	338	28	8 h
	76/67	6°	36°	725	296	26	9 h
	148/67	6°	36°	670	318	27	9 h
	149/67	6°	36°	825	392	29,5	9 h
Groupe 16	Moyennes			796 ± 51	416 ± 30	$29,6 \pm 1,7$	
							En cours de sommeil à 6°
	136/67	6°	11°5	1000	510	32	"
MARS	151/67	6°	13°	740	366	30	"
	52/67	6°	13°5	860	428	28	"
	33 S	6°	31°	560	250	20,5	"
	132/67	6°	33°	950	422	35	"
Groupe 17	Moyennes			822 ± 79	395 ± 43	$29,10 \pm 2,4$	
							Animaux réveillés et nourris
	27/62	20°	37°	1375	-	-	
	28/62	20°	37°	1120	-	-	
	29/62	20°	37°	830	-	-	
	53/62	20°	34°	1180	-	-	
	43/62	20°	35°	1050	-	-	
REVEIL DE PRINTEMPS	56/62	20°	35°	970	-	-	
	48/62	20°	34°	1630	-	-	
	17/65	20°	-	855	535	27	
	19/65	20°	-	1000	390	31	
	135/65	16°	-	885	425	26	
	136/65	16°	-	1025	522	31	
	137/65	16°	-	1010	512	32	
	2 B	18°	36°	840	345	31	
	3 B	18°	37°5	805	305	29	
	21 S	18°	37°	850	280	28	
	19 S	18°	37°	815	357	30	
	12 S	18°	37°	850	312	27	
Groupe 18	Moyennes			1005 ± 54	398 ± 30	$29,2 \pm 0,66$	

TABLEAU 15

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. 100 ml			
JUIN	30/62	20°	37°	720	-	-	Animaux réveillés et nourris
	31/62	20°	37°	555	-	-	"
	32/62	20°	37°	555	-	-	"
	33/62	20°	37°	470	-	-	"
	62/62	22°	36°	895	380	-	"
	65/62	22°	36°	955	420	-	"
	52/62	22°	36°	780	350	-	"
	42/62	22°	37°	520	-	-	"
	94 B	25°	36°5	1040	322	28	"
	190 B	22°	37°5	985	429	26	"
	99 B	22°	34°5	570	175	15	"
Groupe 19	Moyennes			$731 \pm 63,25$	346 ± 38	23	
JUILLET	36/62	22°	37°	760	-	-	Animaux nourris et actifs
	37/62	22°	37°	766	-	-	"
	57/62	26°	35°	785	-	-	"
	X/64	27°	38°	704	266	26, 5	"
	Y/64	27°	37°	745	345	29	"
	Z/64	27°	37°	976	242	28	"
	10/64	28°	37°	709	368	30	"
	S/64	28°	36°	750	216	24	"
	1	25°	38°	734	262	21, 5	"
	2	25°	37°5	636	245	20	"
	3	25°	39°	552	216	17	"
	6	25°	37°	910	222	20	"
	8	26°	37°	850	290	24	"
	12 B	24°	37°5	1040	270	23, 5	"
	96 B	24°	37°5	1210	396	33	"
	107 B	24°	37°	975	284	26	"
Groupe 20	Moyennes			$819 \pm 41,5$	$278,6 \pm 16$	$24,80 \pm 1,25$	
JUILLET							Animaux jeuneurs et actifs durée du jeûne :
	7	26°	37°5	530	242	18	48 h
	9	26°	35°	806	315	24,5	"
	10	26°	36°	595	207	19, 5	"
	11	26°	37°	785	249	22	"
	1 S	27°	36°	520	180	14	54 h
	2 S	27°	37°	520	180	16	"
	3 S	27°	36°	573	226	18, 5	"
	4	24°	38°5	465	192	15, 5	72 h
	205	21°	35°	465	180	13	"
	168	21°	37°	510	208	16	"
	187	24°	37°	570	253	18, 5	"
	8 B	21°	36°5	1100	430	35	7 jours
	5 B	21°	35°5	930	353	38	"
	191 B	21°	25°	910	346	25, 5	"
Groupe 21	Moyennes			$663 \pm 54,5$	254 ± 21	$21,02 \pm 2$	

TABLEAU 16

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. 100 ml			
							Animaux jeuneurs et hypothermiques, durée du jeûne :
JUILLET	204	21°	23°	510	180	20	72 h
	5	21°	22°	680	256	18	"
	52	19°	20°	572	160	18,5	"
	51	19°	23°	736	178	26	"
	53	19°	20°	552	165	18	"
	10 B	21°	22°	1080	429	31	7 jours
	9 B	21°	22°	1100	411	30,5	"
	7 B	21°	22°	800	402	24	"
	6 B	21°	22°	975	395	31	"
	98 B	24°	34°	930	338	28,5	8 jours
Groupe 22	Moyennes			$793,5 \pm 69$	291 ± 36	$24,5 \pm 1,76$	
							Animaux nourris et hypothermiques, endormis depuis :
JUILLET	37 S	6°	6°	1000	340	27,5	14 h
	53 S	6°	6°	780	225	19,5	14 h
	95	6°	8°5	1015	273	25	4 h
	B_3	6°	6°	800	285	20,5	13 h
	216	6°	6°	910	258	23	84 h
Groupe 23	Moyennes			901 ± 49	276 ± 19	$23,1 \pm 1,46$	
							Animaux Nourris.
JUILLET	38/62	20°	37°	787			actif.
	39/62	20°	37°	793			"
	40/62	20°	37°	870			"
	41/62	20°	37°	811			"
	12	20°	37°	955	460	38	"
	14	19°	37°	600	310	22	"
	213	12°	16°	680	367	23	Endormi
	198	11°	14°	630	290	20	"
Groupe 24	Moyennes			766 ± 43	357 ± 38	$25,75 \pm 4,13$	

TABLEAU 17

EVOLUTION DES ACIDES GRAS LIBRES PLASMATIQUES CHEZ LE LEROT PENDANT LA PERIODE D'HIBERNATION

EPOQUE	ETAT DES ANIMAUX					
	Endormis et hypothermiques			Actifs		
	N°	Température rectale	Acides gras libres mg p. cent ml	N°	Température rectale	Acides gras libres mg p. cent ml
OCTOBRE (animaux nourris)	143 B	6°5	32	23 B	35°	31
	144 B	7°	27	25 S	37°	20
	215 B	7°	31	38 S	33°5	32
	213 B	7°	28	104 B	37°	31
	65 B	7°	33	33 B	37°	32
	146 B	7°	38	115 B	38°	28
	209 C	6°5	28	B_1	37°	22
	48 B	6°5	14	311 C	36°5	15
	66 B	6°5	22	247 C	39°5	18
	83 B	6°5	17	42 C	35°	49
	376 C	7°	27	339 C	37°	33
	6 C	6°5	23	166 B	37°5	15
	401 C	7°	16	69 C	36°	16
	248 C	6°5	18	333 C	37°	18
	294 C	6°5	24	265 C	37°	26
	224 C	6°5	22	238 C	37°	31
	281 C	6°5	37	94 C	37°	33
	85 C	6°5	27	118 C	37°	21
	moyennes		$25,8 \pm 1,6$			$26,2 \pm 2,1$
NOVEMBRE + DECEMBRE (animaux privés de nourriture)	163 C	7°	17	42 B	35°	32
	220 C	7°	24	71 B	37°5	42
	348 C	6°	26	28 B	38°	26
	319 C	7°	19	21 B	37°5	32
	147 C	6°5	29	152 B	38°	46
	172 C	6°5	16	31/67	35°	23
	187 C	6°5	23	211 B	37°5	41
	161 B	6°5	33	164 C	35°	22
	84 B	7°	21	227 C	35°	24
	160 B	7°	31	107 C	37°	30
	147 B	7°5	23	108 C	37°	48
				195 B	38°5	36
	moyennes		$23,80 \pm 1,7$			$33,5 \pm 2,6$
JANVIER + FEVRIER (animaux privés de nourriture)	184 B	7°5	37	86 B	35°	34
	110 B	7°	18	45 B	36°	28
	133 B	6°5	18	111 B	35°	20
	41 B	6°5	15	57 B	37°	22
	177 B	6°5	25	164 B	37°	15
				123 B	37°	34
				342 C	37°5	13
				169 C	38°5	48
				168 C	36°	38
				171 C	36°5	35
				174 C	35°	20
	moyennes		$22,6 \pm 3,9$			$28 \pm 3,7$
MARS (animaux privés de nourriture)	41 C	6°	17	204 B	36°5	29
	252 C	6°	14	209 B	35°5	34
	165 C	6°	18	154 B	37°5	13
	258 C	6°	28	35 B	37°	36
	222 C	6°	23	47 B	37°	16
	78 C	7°	32	165 B	36°	22
	132 C	7°	21			
	299 C	8°	17			
	79 C	8°	28			
	moyennes		$22 \pm 2,1$			$25 \pm 3,9$

TABLEAU 18

EVOLUTION DES ACIDES GRAS LIBRES PLASMATIQUES CHEZ LE LEROT PENDANT LA PERIODE DE VIE ACTIVE

Epoque	N° Lérots	t°rec/t°A	A G L mg p. cent ml	Etat des animaux
AVRIL	45 D	37°5/18°	8	Avaient de la nourriture à leur disposition
	48 D	37°5/18°	4	
	52 D	37° /18°	13,5	
	53 D	38° /18°	20	
		Moyenne	11,5 ± 3,5	
MAI	150 C	38° /17°	5	Avaient de la nourriture à leur disposition
	76 C	38° /16°	12	
	355 C	38°5/11°	10	
	73 C	37° /17°	21	
	74 C	35° /17°	11	
	45 C	38° /17°	17	
	267 C	37°5/18°	14	
		Moyenne	13 ± 2	
	330 C	21° /16°	15	Début de sommeil
	151 C	20° /17°	16	8h de sommeil
	332 C	11° /11°	35	16h "
	360 C	10°5/10°	20	16h "
		Moyenne	21,5 ± 4,6	
JUIN et JUILLET	201 C	40° /18°	27	Avaient de la nourriture à leur disposition
	202 C	35° /19°	9	
	102 C	38° /19°	12	
	101 C	37° /19°	14	
	190 B	37°5/22°	13	
	99 B	34°5/22°	15	
	12 B	37°5/24°	15	
	96 B	37°5/24°	18	
	107 B	37° /24°	18	
		Moyenne	15,5 ± 1,7	

N°	t°rec/t°A	A G L mg p. cent ml	Etat des animaux
			durée du jeûne
247 D	38° /18°	39	1 jour
26 D	38°5 /18°	46,5	5 jours
232 D	37° /18°	60	20 jours
265 D	37° /18°	76	5 jours
	Moyenne	55 ± 2,6	
231 C	20° /18°	40	15 jours
338 C	18° /18°	55	40 jours
365 C	39°5 /12°	28	41 heures
80 C	37°5 /16°	35	40 heures
159 C	37° /11°	38	5 jours
	Moyenne	33,5	
58 B	12°5 /12°	30	41 heures
109 C	15° /12°	45	41 heures
183 C	12°5 /12°	22	40 heures
368 C	13°5 /13°	32	6 jours
400 C	12° /11°	13	6 jours
370 C	12°5 /12°	29	6 jours
203 B	21° /20°	30	6 jours
407 C	18° /16°	29	40 heures
77 C	12°5 /11°	75	6 jours
	Moyenne	34 ± 5,9	
8 B	36°5 /21°	36	7 jours
5 B	35°5 /21°	21	7 jours
98 B	34° /21°	38	8 jours
147 C	37° /16°	33	5 jours
	Moyenne	32 ± 3,8	
10 B	22° /21°	37	7 jours
9 B	22° /21°	29	7 jours
191 B	25° /21°	32	7 jours
7 B	22° /21°	36	7 jours
6 B	22° /21°	42	7 jours
	Moyenne	35 ± 2,2	

TABLEAU 19

β LIPOPROTEINES SERIQUES ET ACIDES GRAS TOTAUX TISSULAIRES CHEZ LE LE ROT ALIMENTE SOUMIS A DES TEMPÆ RATURES AMBIANTES VARIABLES.

N° Lérots	Température		Poids en g	$\frac{F}{C}$ x 100	β- Lipoprotéines degrès Vernes	Acides gras totaux		
	Ambiante	Rectale				Sérum mg/100 ml	Foie mg/100 g	Graisse brune g/100 g
216 C	6°	8°	81	3,64	27	380	2915	19,75
216 D	6°	9°	91	3,83	39	624	3185	15,85
22 D	19°	38°	71	3,23	42	637	3630	10,60
192 D	6°	7°5	65	3,12	40	650	3970	15,15
196 D	6°	10°	90	4,18	41	675	2390	21,20
87 D	19°	37°5	103	2,69	40	686	2825	16,75
33 C	19°	38°	75	4,93	55	702	3890	19,15
172 D	19°	38°	77	3,56	62	720	3210	20
240 D	19°	38°	90	3,19	60	726	3900	19,40
162 D	6°	37°	80	4,25	61	768	5040	18,95
156 D	6°	36°	75	3,26	80	798	3450	21,75
59 D	19°	38°	87	3,46	56	810	5800	21,30
173 D	6°	7°	94	4,72	78	846	3620	23
218 D	19°	38°	122	2,27	60	994	5930	28,80
195 D	6°	38°5	84	3,02	84	1065	3750	22,50
86 D	19°	38°5	108	4,93	88	1135	3520	16,65

TABLEAU 20

CONSTITUTANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DE LEROTS EN HIBERNATION

N° Lérots	A.G.T. Acides gras totaux	C.T. Cholestérol total	C.E. Cholestérol estérifié	C.L. Cholestérol libre	P.L. Phosphore lipidique
	valeurs en mg p. cent ml				
22/66	640	240	190	50	30
23/66	880	370	285	85	27
24/66	815	340	260	80	26
16/66	837	330	250	80	20
13/66	860	335	245	90	27
29/66	860	320	240	80	27
15/66	770	320	245	75	24
97/66	837	330	250	80	25
89/66	794	360	280	80	26
19/66	938	425	330	95	28
55/66	1000	420	320	100	30
58/66	783	305	230	75	22
57/66	607	300	230	70	22
59/66	750	330	250	80	26
98/66	970	430	325	105	32
54/66	1170	400	290	110	40
moyennes	844 ± 34	347 ± 13	$264 \pm 9,5$	$83 \pm 3,3$	$27 \pm 1,2$

CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE PLASMA DE LEROTS PENDANT LA PERIODE DE VIE ACTIVE

	A.G.T.	C.T.	C.E.	C.L.	P.L.
				animaux privés de nourriture	
9	806	305	225	80	25
10	594	210	150	60	20
11	785	250	178	72	22
15	520	170	130	40	14
2S	520	175	125	50	16
3S	573	230	170	60	19
moyennes	633 ± 53	223 ± 21	163 ± 15	60 ± 6	$19 \pm 1,6$
				animaux nourris	
1	734	250	180	70	22
2	630	235	175	60	20
7	552	210	153	57	17
	910	220	150	70	24
70	530	235	180	55	18
8	850	260	180	80	24
moyennes	702 ± 64	$235 \pm 7,5$	170 ± 6	68 ± 4	$21 \pm 1,2$

TABLEAU 21

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
SEPTEMBRE	39/62	20°	34	3,77	3800	-	-	Actif, nourri
	46/62	15°	36	3,04	3160	-	-	" "
	22 B	21°	21°5	2,16	4950	430	149	Endormi "
	23 B	21°	35°	2,78	3750	318	164	Actif "
	25 S	21°	37°	2,71	3220	320	146	" "
	38 S	21	33°5	2,9	4130	410	179	" "
Groupe 1	Moyennes			2,89	3835 ± 268	369,5 ± 29	159,5 ± 8	
OCTOBRE	92/63	15°	15°	2,98	6940	480	145	Animaux endormis
	145	15°	16°	-	8840	680	146	"
	144	15°	16°	-	5450	565	154	"
	143	15°	16°	-	7335	455	153	"
	153	7°	8°	-	13920	420	129	"
	154	7°	7°5	-	7000	405	140	"
	155	7°	8°	-	6125	375	147	"
Groupe 2	Moyennes				7944 ± 1062	483 ± 40	145 ± 3	
NOVEMBRE	22/66	6°	6°5	2,80	12430	324	149	Animaux endormis à 6°C
	23/66	6°	6°	2,68	9830	384	161	"
	24/66	6°	6°	2,98	9280	384	159	"
	16/66	6°	6°	2,96	11900	353	152	"
	29/66	6°	7°	2,45	5640	328	158	"
	25/66	6°	7°5	2,88	6210	400	170	"
	26/66	6°	7°	2,71	8020	345	160	"
Groupe 3	Moyennes			2,78	9044 ± 988	360 ± 11	158 ± 2,5	"
DECEMBRE	56/66	6°	7°	2,70	7950	365	150	Animaux en cours de réchauf fement. début de réveil
	19/66	6°	8°	2,83	5460	326	152	45 minutes
	89/66	6°	11°	2,57	8540	352	143	45 "
	55/66	6°	16°	2,17	9800	414	169	1 h
	58/66	6°	16°5	2,62	5010	419	154	1 h 10
	13/66	6°	27°	2,25	14250	430	120	Réveil spontané
	141	6°	33°	-	13300	342	161	1 h 15
Groupe 4	Moyennes			2,52	9187 ± 1347	378 ± 16	150 ± 6	
DECEMBRE	57/66	6°	35°	2,9	7010	383	160	Animaux réveillés depuis : 3 h
	59/66	6°	31°	2,2	11380	542	150	3 h
	98/66	6°	36°	2,4	7450	453	163	3 h
Groupe 5	Moyennes			2,5	8613	459	158	
DECEMBRE	15/66	6°	7°5	2,85	6100	350	145	Animaux en début de sommeil
	97/66	6°	29°	2,81	6220	382	150	"
	54/66	6°	7°	2,71	11390	374	140	"
	142	6°	8°	-	15460	495	136	"
	149	6°	6°5	2,5	9300	380	152	"
Groupe 6	Moyennes			2,72	9694 ± 1750	396 ± 25	145 ± 2,7	

TABLEAU 22

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p.cent g frais	Observations
	3/63	15°	15°5	3,82	7120	721	121	Animaux endormis à 15°C
D	11/63	15°	16°	1,98	2330	229	120	"
E	12/63	15°	15°5	2,29	3980	264	120	"
C	94/63	15°	15°	2,58	3750	327	140	"
E	95/63	15°	15°	3,92	4930	308	142	"
M	23/65	12°	13°	2,05	5600	377	159	"
B	86/65	12°	12°	2,95	4750	345	156	"
R	105/65	12°	12°	2,75	7600	286	166	"
E	109/65	12°	13°	2,95	5475	420	180	"
+	104/65	12°	12°	2,35	5830	295	174	"
J	108/65	12°	12°	3	5300	410	155	"
A	22/65	12°	12°	2,80	4150	407	160	"
N	21/65	12°	12°	2,80	3740	390	150	"
V	107/65	12°	12°	2,55	7060	310	170	"
I	102/65	12°	12°	2,75	4960	425	146	"
E								
R								
Groupe 7	Moyennes			2,77	5105 ± 369	368 ± 30	151 ± 5	
								Animaux endormis à 6°C
	74/63	6°	7°	3,40	6240	495	134	"
J	1/64	6°	7°	3,34	5350	491	138	"
A	04/64	6°	7°	3,16	5240	582	176	"
N	6/64	6°	7°	3	5100	441	151	"
V	22/62	6°	7°	-	9230	491	140	"
I	23/62	6°	7°5	-	9840	450	150	"
E	25/62	6°	7°	-	10940	400	145	"
R	21/67	6°	7°	3,12	8360	370	141	"
+	25/67	6°	7°	2,30	9500	457	150	"
F	8/64	6°	7°	3,2	6660	516	153	"
E								
V								
R								
I								
E								
R								
Groupe 8	Moyennes			3,07	7646 ± 688	469 ± 19	148 ± 3,7	
								Animaux endormis à 15°C
	66/63	[illegible]	15°5	3,26	4220	590	157	"
J	78/63	15°	15°5	2,62	3210	540	170	"
A	2/64	15°	15°	2,94	3620	356	123	"
N	91/64	15°	15°5	2,49	6710	278	156	"
V	81/64	15°	15°	3,86	5220	323	138	"
I	9/64	15°	15°	3,79	3590	333	159	"
E	4/64	15°	15°	2,21	3320	348	164	"
R	121/67	16°	16°5	2,84	3540	416	154	"
+	122/67	16°	16°5	1,08	3360	258	169	"
F								
E								
V								
R								
I								
E								
R								
Groupe 9	Moyennes			2,67	4088 ± 388	371 ± 40	154 ± 5	
								Animaux réveillés depuis 6 h et plus.
	17/67	6°	36°5	4,05	11300	430	142	"
	80/67	6°	36°5	3,07	6100	245	132	"
	133/67	6°	36°5	3	5850	315	156	"
F	141/67	6°	36°5	2,96	4063	370	147	"
E	144/67	6°	38	2,85	3880	390	170	"
V	142/67	6°	36°5	4,05	5080	374	154	"
R	145/67	6°	37°5	3,42	4046	482	145	"
I	143/67	6°	36°	2,97	3370	365	161	"
E	146/67	6°	36°	3,75	4640	472	159	"
R	139/67	6°	35°	3,21	4370	446	151	"
Groupe 10	Moyennes			3,28	5270 ± 724	388 ± 23	152 ± 3,5	

TABLEAU 23

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
	29 S	6°	6°	3,82	7050	398	144	Animaux endormis à 6°C
	50 S	6°	6°	3,27	7340	416	162	"
	46 S	6°	6°5	3,06	7100	508	139	"
	31 S	6°	6°5	2,90	10980	730	136	"
	159	6°	6°5	2,1	8350	490	143	"
	165	6°	6°5	1,95	8400	443	147	"
	202	6°	7°	2,52	7970	468	132	"
MARS	171	6°	7°	2,40	12800	600	121	"
	157	6°	7°	2,40	11125	536	138	"
	172	6°	7°	2,90	15350	680	114	"
	173	6°	7°	2,88	6770	437	125	"
	199	6°	7°	3,52	6950	653	136	"
	197	6°	7°	2,96	10950	535	131	"
	211	6°	7°	2,85	7060	400	125	"
	212	6°	7°	3,72	5070	400	130	"
	208	6°	7°	3,22	6800	570	132	"
	207	6°	7°	3,07	5650	356	152	"
	167	6°	7°	3,56	4960	560	121	"
Groupe 11	Moyennes			2,95	8371 ± 659	510 ± 25	135 ± 2,8	
								Animaux endormis à 15°C
	13/64	15°	15°	3,75	3050	366	182	
	14/64	15°	15°5	2,89	3300	388	173	"
	15/64	16°	16°	3,19	2110	226	176	"
MARS	5/64	16°	16°	2,75	2370	231	174	"
	191	15°	15°	2,90	8205	535	122	"
	194	15°	15°5	2,23	5400	670	112	"
	200	15°	16°	3,12	3820	473	140	"
	195	15°	15°	2,40	4070	453	142	"
	201	15°	15°	-	3625	333	151	"
	192	15°	15°5	3,91	4550	586	145	"
	203	15°	16°	2,80	6580	512	143	"
Groupe 12	Moyennes			2,99	4280 ± 552	434 ± 43	151 ± 7	
								Animaux en cours de réchauffement à 6°C depuis
MARS	B	6°	7°5	3,75	11880	669	115	50 mn
	A	6°	10°	3,60	2620	287	125	30 mn
	100/67	6°	23°5	3,18	7650	557	151	1 h 10
	28/67	6°	34°	3,23	12900	726	134	1 h 30
Groupe 13	Moyennes			3,44	8762 ± 2342	560 ± 97	131 ± 7,6	
								Animaux réveillés à 6°C depuis :
	92/67	6°	36°	3,78	4140	668	157	
	108/67	6°	36°	4,03	12900	417	158	2 h
	166	6°	37	2,67	8385	498	162	3 h
	170	6°	36°	2,40	7000	507	159	2 h
MARS	73/67	6°	35°5	2,67	12090	863	125	3 h
	74/67	6°	35°5	2,71	4830	652	140	6 h
	150/67	6°	36°	2,97	5130	371	150	8 h
	147/67	6°	35°	3,08	5050	303	137	8 h
	76/67	6°	36°	2,56	12280	513	113	9 h
	152/67	6°	36°	2,54	6240	456	160	8 h
Groupe 14	Moyennes			2,94	7804 ± 1079	525 ± 51	148 ± 5,6	

TABLEAU 24

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
MARS	136/67	6°	11°5	3,84	6090	338	136	Animaux en début de sommeil
	151/67	6°	13°	3,70	3720	266	129	"
	52/67	6°	13°5	3	4220	410	142	"
	33 S	6°	31°	2,25	6980	432	143	"
	132/67	6°	33°	2,92	4530	287	156	"
Groupe 15	Moyennes			3,4	5108 ± 608	347 ± 33	141 ± 4,5	
REVEIL DE PRINTEMPS	26/62	20°	37°	-	2270			Animaux nourris sacrifiés pendant la période de Réveil vernal.
	27/62	20°	37°	3,40	4210	-	-	
	28/62	20°	37°	5,80	3650	-	-	
	29/62	20°	37°	4,30	6390	-	-	
	53/62	20°	34°	3,62	3540	-	-	
	43/62	20°	35°	4,77	2350	-	-	
	56/62	20°	35°	3,65	3000	-	-	
	48/62	20°	34°	4,55	4360	-	-	
	71/67	16°	36°5	4,05	4000	534	160	
	140/67	16°	17°	3,40	3050	260	163	
	110/67	16°	17°	4,40	2690	359	143	
	1 B	18°	20°	3,18	5980	437	159	
	2 B	18°	36°	2,29	5360	483	171	
	3 B	18°	37°5	3,89	4420	341	167	
Groupe 16	Moyennes			3,94	3948 ± 343	402 ± 41	160,5 ± 3,1	
JUIN	30/62	20°	37°	-	2950	-	-	Animaus nourri actifs
	31/62	20°	37°	-	4220	-	-	"
	33/62	20°	37°	-	4000	-	-	"
	62/62	22°	36°	4,38	2470	-	-	"
	65/62	22°	36°	4,59	2800	-	-	"
	52/62	22°	36°	3,13	3130	-	-	"
	42/62	22°	37°	2,49	4210	-	-	"
	83/63	22°	37°	4,37	3060	385	130	"
	94 B	25°	36°5	4,4	2840	226	120	"
	190 B	22°	37°5	2,96	3320	255	143	"
	99 B	22°	34°5	3,2	3230	283	120	"
Groupe 17	Moyennes			3,69	3294 ± 179	287 ± 34	128 ± 5,4	
JUILLET	36/62	22°	37°	-	2330	-	-	Animaux nourris actifs
	37/62	22°	37°	-	2960	-	-	"
	57/62	26°	35°	2,69	2890	-	-	"
	X/64	27°	38°	3,74	2405	335	134	"
	Y/64	27°	37°	4,95	3680	265	90	"
	Z/64	27°	37°	3,01	2962	339	159	"
	10/64	28°	37°	3,32	3000	336	100	"
	S/64	28°	36°	4,06	2660	290	115	"
	1	25°	38°	3,21	3160	308	143	"
	2	25°	37°5	3,48	3400	382	125	"
	3	25°	39°	3	5560	445	155	"
	6	25°	37°	-	2560	235	108	"
	8	26°	37°	3	4160	340	137	"
	12 B	24°	37°5	4,1	2320	190	97	"
	96 B	24°	37°5	4	3050	235	115	"
	107 B	24°	37°	4,05	3050	240	124	"
Groupe 18	Moyennes			3,58	3134 ± 206	303 ± 19,5	123 ± 6,1	

TABLEAU 25

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Foie / corps x100	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
								Animaux privés de nourriture depuis :
JUILLET	7	26°	37°5	2,53	7230	450	161	48 h
	9	26°	35°	2,76	6070	366	153	"
	10	26°	36°	2,56	8330	485	154	"
	11	26°	37°	2,82	7060	460	159	"
	1 S	27°	36°	2,81	5120	438	161	54 h
	2 S	27°	37°	3,10	6020	387	154	"
	3 S	27°	36°	2,63	10000	410	160	"
	4	24°	38°5	2,48	7700	357	146	72 h
	205	21°	35°	3,24	5360	328	133	"
	168	21°	37°	2,93	4200	360	146	"
	187	24°	37°	3,14	3260	290	155	"
	8 B	21°	36°5	2,78	12300	500	143	7 jours
	5 B	21°	35°5	2,7	9040	401	169	"
	193 B	21°	37°	2,85	8675	521	160	"
Groupe 19	Moyennes			2,81	7169 ± 644	411 ± 18	154 ± 2,5	
								Animaux privés de nourriture, hypothermiques depuis :
JUILLET	204	21°	23°	2,7	5250	338	134	-
	5	21°	22°	2,44	7850	364	-	2 h
	52	19°	20°	2,64	3380	400	169	-
	51	19°	23°	2,95	9650	414	157	-
	53	19°	20°	3,08	3870	297	168	-
	10 B	21°	22°	2,15	6700	474	172	3 h
	9 B	21°	22°	2,53	4970	468	145	5 h
	7 B	21°	22°	2,48	3065	406	144	6 h
	6 B	21°	22°	2,61	5725	331	158	6 h
	98 B	24°	34°	3,03	6070	520	157	-
Groupe 20	Moyennes			2,66	5653 ± 648	401 ± 22	156 ± 4,2	
								Animaux Nourris hypothermiques à 6°C depuis :
JUILLET	37 S	6°	6°	4,2	3440	290	134	14 h
	53 S	6°	6°	4,3	3320	244	153	14 h
	95	6°	8°5	5,9	5700	545	107	4 h
	B_3	6°	6°	4,3	3800	300	146	13 h
	216	6°	6°	5,5	4650	245	122	-
Groupe 21	Moyennes			4,84	4180 ± 445	325 ± 56	132 ± 8,2	
								Animaux nourris
AOUT	38/62	20°	37°	-	2630	-	-	"
	39/62	20°	37°	-	2440	-	-	"
	40/62	20°	37°	-	2700	-	-	"
	41/62	20°	37°	-	3360	-	-	"
	12	20°	37°	1,84	4300	400	-	"
	14	19°	37°	2,50	5200	330	-	"
	213	12°	16°	3,15	3300	330	-	"
	198	11°	14°	4,17	3500	344	-	"
Groupe 22	Moyennes			2,91	3429 ± 329	351 ± 16,5		

TABLEAU 26

CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DE LEROTS EN HIBERNATION

N° Lérots	A.G. Acides gras totaux	C.T. Cholestérol total	C.E. Cholestérol estérifié	C.L. Cholestérol libre	P.L. Phosphore lipidique
	valeurs en mg p. cent g. frais				
145	8840	680	430	250	146
144	5450	565	315	250	154
143	7335	455	240	215	153
153	13920	420	210	210	129
154	7000	405	195	210	140
155	6125	375	150	225	147
19/66	5460	326	104	222	152
89/66	8540	352	141	211	143
55/66	9800	414	189	225	169
58/66	5010	419	204	215	154
141	13300	342	117	225	161
57/66	7010	383	149	234	160
59/66	11380	542	300	242	150
98/66	7450	453	200	253	163
54/66	11390	374	184	190	140
142	15460	495	270	225	136
160	4600	365	155	210	153
moyennes	8710 ± 825	$433 \pm 22,4$	209 ± 20	$224 \pm 4,2$	$150 \pm 2,5$

CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE FOIE DE LEROTS PENDANT LA PERIODE DE VIE ACTIVE

	A.G.	C.T	C.E.	C.L.	P.L.
				animaux nourris	
1	3160	308	74	234	143
2	3400	382	162	220	125
3	5560	445	187	258	155
6	2560	235	55	180	108
8	4160	340	107	233	137
moyennes	3768 ± 516	$342 \pm 35,2$	$117 \pm 25,2$	$225 \pm 12,8$	134 ± 8
				animaux privés de nourriture	
7	7230	450	180	270	161
9	6070	366	144	222	153
10	8330	485	237	248	154
11	7060	460	229	231	159
1S	5120	438	180	258	161
2S	6020	387	154	233	154
3S	10000	410	166	244	160
moyennes	7118 ± 619	428 ± 16	$184 \pm 13,5$	$244 \pm 6,3$	157 ± 3

TABLEAU 27

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				valeurs en mg p. cent g frais			
SEPTEMBRE	22 B	21°	21°5	2640	147	120	Endormi
	23 B	21°	35°	2260	158	129	Actif
	25 S	21°	37°	2140	166	127	"
	38 S	21°	33°5	2310	153	128	"
Groupe 1	Moyennes			2337 ± 107	156 ± 4	126 ± 2	
							Animaux endormis
OCTOBRE	145	15°	16°	3570	185	112	" "
	144	15°	16°	3045	113	133	" "
	143	15°	16°	2935	133	129	" "
	153	6°	8°	1738	148	107	" "
	154	6°	7°5	3520	116	129	" "
	155	6°	8°	3170	93	121	" "
Groupe 2	Moyennes			2994 ± 272	131 ± 13,2	122 ± 4,3	
							Animaux endormis à 6°C
NOVEMBRE	22/66	6°	6°5	2720	143	130	"
	23/66	6°	6°	2770	156	124	"
	24/66	6°	6°	3050	145	131	"
	16/66	6°	6°	2600	140	133	"
	29/66	6°	7°	2300	155	130	"
	25/66	6°	7°5	2560	138	128	"
	26/66	6°	7°	2620	145	126	"
Groupe 3	Moyennes			2660 ± 86	146 ± 2,6	129 ± 1,2	
							Animaux en cours de réchauffement
DECEMBRE	19/66	6°	8°	2770	165	128	45 mn
	89/66	6°	11°	2890	161	125	45 mn
	55/66	6°	16°	2770	173	132	1 h
	58/66	6°	16°5	2740	170	120	1 h 10
	13/66	6°	27°	2455	131	135	réveil spontané
	141	6°	33°	2830	120	131	1 h 15
Groupe 4	Moyennes			2742 ± 61	153 ± 9,1	128,5 ± 2,2	
							Animaux réveillés depuis :
DECEMBRE	57/66	6°	35°	2910	162	139	3 h
	59/66	6°	31°	2550	170	131	3 h
	98/66	6°	36°	2950	182	131	3 h
Groupe 5	Moyennes			2803	171	133,6	
							Animaux en début de sommeil
DECEMBRE	97/66	6°	29°	2850	140	128	"
	54/66	6°	7°	2850	170	129	"
	142	6°	8°	2760	120	130	"
	160	6°	6°5	2870	120	140	"
	148	6°	7°	2840	130	135	"
	149	6°	6°5	2870	135	-	"
	147	6°	6°5	3070	115	-	"
Groupe 6	Moyennes			2873 ± 36	133 ± 7	132 ± 2,3	

TABLEAU 28

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. cent g frais			
DECEMBRE + JANVIER	176	15°	15°	2680	148	-	Animaux endormis à 15°C
	174	15°	15°	3245	141	-	"
	178	15°	15°	2800	170	-	"
	179	15°	15°	3205	168	-	"
	150	15°	15°	2545	127	-	"
	151	15°	15°	3140	110	-	"
	152	15°	15°	2820	110	-	"
	2/64	15°	15°	2340	120	129	"
	17/64	15°	15°	3500	171	120	"
	121/67	16°	16°5	2000	170	135	"
	122/67	16°	16°5	3420	179	142	"
	181	15°	33°	3140	152	-	"
	156	15°	16°	3840	126	128	"
	183	15°	16°	3190	110	128	"
	182	15°	16°	3020	147	128	"
	91/64	15°	15°	1980	99	130	"
	93/64	15°	36°5	2760	135	133	"
Groupe 7	Moyennes			2925 ± 125	140 ± 6,2	130 ± 2,3	
FEVRIER	06/64	14°	34	3550	156	139	Animaux endormis à 15°C
	07/64	14°	35°	2960	198	127	"
	09/64	14°	14°	2980	183	122	"
	04/64	14°	14°	2180	110	130	"
Groupe 8	Moyennes			2917 ± 281	162 ± 19,3	129,5 ± 3,4	
FEVRIER	3/64	6°	7°5	2500	169	106	Animaux endormis à 6°C
	1/64	6°	7°	3460	157	110	"
	04/64	6°	7°	3320	178	111	"
	6/64	6°	7°	4230	152	110	"
	8/64	6°	8°	3380	146	140	"
	02/64	6°	7°	3820	153	129	"
	21/67	6°	8°	2600	171	140	"
	25/67	6°	8°	2680	183	150	"
Groupe 9	Moyennes			3249 ± 218	164 ± 4,8	124,5 ± 6,1	
FEVRIER	17/67	6°	36°5	3240	192	135	Animaux réveillés à 6°C depuis 6 h et plus.
	80/67	6°	36°5	3020	181	134	"
	133/67	6°	36°5	2430	190	144	"
	141/67	6°	36°5	1575	150	126	"
	144/67	6°	38°	3270	161	135	"
	142/67	6°	36°5	2800	150	131	"
	145/67	6°	37°5	2000	146	129	"
	143/67	6°	36°	2900	149	128	"
	146/67	6°	36°	2680	151	131	"
	139/67	6°	35°	3220	155	126	"
Groupe 10	Moyennes			2713 ± 179	162,5 ± 52	132 ± 1,7	

TABLEAU 29

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. cent g frais			
							Animaux endormis à 6°C
	29 S	6°	6°	4450	139	138	"
	50 S	6°	6°	2760	163	107	"
	46 S	6°	6°5	2480	174	137	"
	31 S	6°	6°5	2540	160	141	"
	159	6°	6°5	3400	167	-	"
	165	6°	7°	3540	169	107	"
	202	6°	7°	2800	153	131	"
	171	6°	7°	3960	169	110	"
	157	6°	7°	3255	177	125	"
MARS	172	6°	7°	4080	162	146	"
	173	6°	7°	3570	168	125	"
	199	6°	7°	2870	153	150	"
	197	6°	7°	3040	146	140	"
	211	6°	7°	3320	185	106	"
	212	6°	7°	2380	174	118	"
	208	6°	7°	3070	163	115	"
	207	6°	7°	3390	154	132	"
	167	6°	7°	3140	150	124	"
Groupe 11	Moyennes			3225 ± 133	$162,5 \pm 2,8$	$126,5 \pm 3,5$	
							Animaux endormis à 15°C
	13/64	15°	15°	2410	200	100	"
	14/64	15°	15°5	2940	209	163	"
	15/64	16°	16°	2560	160	159	"
	5/64	16°	16°	2460	165	110	"
MARS	191	15°	15°	2850	169	110	"
	194	15°	15°5	4280	159	123	"
	200	15°	16°	2755	166	131	"
	195	15°	15°	3250	172	90	"
	201	15°	15°	2670	171	95	"
	192	15°	15°5	3350	179	123	"
	203	15°	16°	2730	157	135	"
Groupe 12	Moyennes			2932 ± 162	$173 \pm 5,3$	$122 \pm 7,3$	
							Animaux en cours de réchauffement
	B	6°	7°5	3090	164	128	50 mn
MARS	A	6°	10°	2800	157	133	30 mn
	100/67	6°	23°5	2570	179	129	1 h 10
	28/67	6°	34°	2790	160	124	1 h 30
Groupe 13	Moyennes			2812 ± 107	$165 \pm 4,9$	$128,5 \pm 1,9$	
							Animaux réveillés à 6°C
	92/67	6°	36°	2420	169	119	"
	108/67	6°	36°	2610	173	128	"
	166	6°	37°	3600	181	140	"
	170	6°	36°	3420	168	-	"
MARS	73/67	6°	35°5	2710	153	125	"
	74/67	6°	35°5	2750	154	133	"
	150/67	6°	36°	2830	162	144	"
	147/67	6°	35°	2820	167	138	"
	76/67	6°	36°	2700	148	136	"
	152/67	6°	36°	2810	141	134	"
Groupe 14	Moyennes			2867 ± 115	$161,6 \pm 4$	$133 \pm 2,6$	

TABLEAU 3O

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. cent g frais			
MARS	136/67	6°	11°5	3700	185	149	Animaux en début de sommeil à 6°C
	15/67	6°	13°	2580	172	137	"
	52/67	6°	13°5	2600	153	129	"
	33 S	6°	31°	3130	168	143	"
	132/67	6°	33°	3500	151	142	"
Groupe 15	Moyennes			3102 ± 238	166 ± 6,3	140 ± 3,4	
REVEIL DE PRINTEMPS							Animaux nourris sacrifiés pendant la période de réveil vernal
	71/67	16°	36°5	2190	160	137	"
	140/67	16°	17°	2520	150	134	"
	110/67	16°	17°	2320	162	137	"
	1 B	18°	20°	2760	187	138	"
	2 B	18°	36°	2490	186	126	"
	3 B	18°	37°5	2540	169	121	"
Groupe 16	Moyennes			2470 ± 80	169 ± 6	132 ± 2,9	
JUIN	94 B	25°	36°5	2500	156	122	Animaux nourris actifs.
	190 B	22°	37°5	2520	174	128	"
	90 B	22°	34°5	2320	137	112	"
	51 S	6°	37°5	2650	150	135	"
	91	6°	36°5	2500	165	127	"
Groupe 17	Moyennes			2498 ± 53	156 ± 6,4	125 ± 3,8	
JUILLET	X/64	27°	38°	2970	160	117	Animaux nourris actifs
	Y/64	27°	37°	3020	163	114	"
	Z/64	27°	37°	1845	175	105	"
	10/64	28°	37°	2780	217	111	"
	S/64	28°	36°	3140	208	125	"
	1	25°	38°	2350	165	108	"
	2	25°	37°5	2440	175	111	"
	3	25°	39°	2310	176	113	"
	6	25°	37°	2470	136	114	"
	8	26°	37°	2960	146	121	"
	12 B	24°	37°5	2700	135	111	"
	96 B	24°	37°5	2360	148	121	"
	107 B	24°	37°	2430	141	117	"
Groupe 18	Moyennes			2598 ± 102	165 ± 7,1	114 ± 1,6	
JUILLET							Animaux privés de nourriture depuis :
	7	26°	37°5	2350	149	124	48 h
	9	26°	35°	2920	186	108	"
	10	26°	36°	2320	165	114	"
	11	26°	37°	3300	151	114	"
	1 S	27°	36°	2610	145	107	54 h
	2 S	27°	37°	2570	155	120	"
	3 S	27°	36°	2780	156	114	"
	4	24°	38°5	2870	152	118	72 h
	205	21°	35°	2270	143	125	"
	168	21°	37°	2360	141	119	"
	187	24°	37°	2295	163	97	"
Groupe 19	Moyennes			2604 ± 100	155 ± 3,8	114,5 ± 2,5	

TABLEAU 31

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux	Cholestérol total	Phosphore lipidique	Observations
				Valeurs en mg p. cent g frais			
JUILLET	8 B	21°	36°5	3540	148	136	Animaux privés de nourriture depuis : 7 jours
	5 B	21°	35°5	3280	175	142	"
	191 B	21°	25°	3740	145	133	"
	10 B	21°	22°	3790	142	123	"
	9 B	21°	22°	3220	145	125	" ♀
	7 B	21°	22°	2440	158	125	"
	6 B	21°	22°	3500	158	138	" ♂
	98 B	24°	34°	2890	162	122	"
Groupe 20	Moyennes			3300 ± 180	154 ± 3, 8	130, 5 ± 2, 7	
JUILLET	204	21°	23°	2630	141	116	Animaux privés de nourriture depuis 72 h. hypothermiques
	5	21°	22°	2475	154	123	"
	52	19°	20°	2810	165	124	"
	51	19°	23°	2545	150	121	"
	53	19°	20°	2290	161	122	"
Groupe 21	Moyennes			2550 ± 86	154 ± 4, 2	121 ± 1, 4	
JUILLET	37 S	6°	6°	2510	154	130	Animaux nourris hypothermiques à 6°C
	53 S	6°	6°	2560	153	143	"
	95	6°	8°5	2650	152	137	"
	B_3	6°	6°	2620	163	135	"
	216	6°	6°	2710	142	136	"
Groupe 22	Moyennes			2610 ± 35	153 ± 3	136 ± 2, 1	
AOUT	12	20°	37°	2170	202	118	Animaux nourris
	14	19°	37°	2330	159	118	"
	213	12°	16°	2320	155	123	"
	198	11°	14°	2415	140	127	"
Groupe 23	Moyennes			2308 ± 51	164 ± 13,3	121, 5 ± 2,2	

TABLEAU 32

CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE COEUR DE LEROTS EN HIBERNATION

N° Lérots	A.G.T. Acides gras totaux	C.T. Cholestérol total	C.E. Cholestérol estérifié	C.L. Cholestérol libre	P.L. Phosphore lipidique
	valeurs en mg p. cent g. frais				
19/66	2770	165	22	143	128
89/66	2890	161	26	145	125
55/66	2770	173	28	145	132
58/66	2740	170	25	145	120
57/66	2910	162	20	142	139
59/66	2550	170	26	144	131
98/66	1950	182	33	149	131
54/66	2850	170	23	147	129
moyennes	2804 ± 45	$169 \pm 2,4$	$25 \pm 1,4$	$145 \pm 0,78$	$129 \pm 1,96$

CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE COEUR DE LEROTS PENDANT LA PERIODE DE VIE ACTIVE

	A.G.T.	C.T.	C.E.	C.L.	P.L.
1	2350	165	24	141	108
2	2440	175	27	148	111
3	2310	176	23	153	113
8	2960	146	21	125	121
10	2320	165	25	140	114
1S	2610	145	15	130	107
2S	2570	155	17	138	120
3S	2780	156	16	140	114
moyennes	$2542 \pm 83,2$	$160 \pm 4,2$	$21 \pm 1,6$	$139 \pm 3,17$	$113,5 \pm 1,78$

CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LE COEUR DE LEROTS PENDANT LA PREHIBERNATION

22 B	2640	147	22	125	120
23 B	2260	158	18	140	129
25 S	2140	166	25	141	127
38 S	2310	153	18	135	128
	2337 ± 107	156 ± 4	$21 \pm 1,75$	$135 \pm 3,6$	$126 \pm 2,04$

TABLEAU 33

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LA GRAISSE BRUNE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
SEPT.	22 B	21°	21°5	20, 5	163	204	Hypothermie préhibernale
	23 B	21°	35°	20, 2	161	193	"
	25 S	21°	37°	18, 3	192	197	Actif
	38 S	21°	33°5	20, 2	172	220	Hypothermie préhibernale
Groupe 1	Moyennes			19, 8 ± 0, 5	172 ± 7, 08	203, 5 ± 6	
NOVEMBRE							Animaux privés de nourriture, endormis à 6°C depuis :
	22/66	6°	6°5	31, 5	294	165	27 h
	23/66	6°	6°	32	231	160	32 h
	24/66	6°	6°	33	200	157	72 h
	16/66	6°	6°	28, 5	230	163	22 h
	29/66	6°	6°	24, 5	284	177	72 h
	160	6°	7°	28	245	182	-
Groupe 2	Moyennes			29, 6 ± 1, 3	247 ± 14, 6	167 ± 4	
DECEMBRE							Animaux en cours de réchauffement.
	56/66	6°	7°5	22	225	177	début de réveil
	19/66	6°	8°	21	235	183	45 minutes
	89/66	6°	11°	15, 5	210	140	45 "
	55/66	6°	16°	22, 6	170	160	1 h
	58/66	6°	16°5	21, 4	245	186	1 h 10
	13/66	6°	27°	24	234	187	Réveil spontané
	141	6°	33°	22, 4	225	186	1 h 15
Groupe 3	Moyennes			21, 3 ± 1	220 ± 9, 4	174 ± 6, 7	
DECEMB.							Animaux réveillés depuis :
	57/66	6°	35°	25, 3	220	197	3 h
	59/66	6°	31°	26, 6	390	195	3 h
	98/66	6°	36°	32, 5	260	200	3 h
Groupe 4	Moyennes			28, 1	290	197	
DECEMB.							Animaux en début de sommeil :
	15/66	6°	8°	26, 5	276	187	"
	97/66	6°	29°	21, 5	335	199	"
	54/66	6°	7°	25, 4	325	204	"
Groupe 5	Moyennes			24, 5	312	196	
DECEMBRE							Animaux privés de nourriture hibernant à 15°C
	181	15°	33°	17	253	197	"
	156	15°	15°	24	257	180	"
	183	15°	15°	22, 6	228	182	"
	182	15°	15°	17	248	187	"
	78/66	15°	35°	22, 3	233	197	"
Groupe 6	Moyennes			20, 6 ± 1, 5	244 ± 5, 7	188, 6 ± 3, 6	
FEVRIER							Animaux privés de nourriture. Réveillés à 6°C depuis 6 h et plus.
	17/67	6°	36°5	19, 1	186	178	"
	80/67	6°	36°5	21	210	190	"
	133/67	6°	36°5	21, 5	210	198	"
	141/67	6°	36°5	21, 5	230	193	"
	144/67	6°	38°	21, 8	231	198	"
	142/67	6°	36°5	21, 1	235	194	"
	145/67	6°	37°5	18, 5	191	203	"
	143/67	6°	36°	21, 6	166	208	"
	146/67	6°	36°	20, 2	217	189	"
	139/67	6°	35°	19, 5	199	196	"
Groupe 7	Moyennes			20, 6 ± 0, 4	207, 5 ± 7	195 ± 2, 6	

TABLEAU 34

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LA GRAISSE BRUNE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
							Animaux endormis à 6°C depuis :
	29 S	6°	6°	29,4	182	157	5 jours
	50 S	6°	6	25,1	216	160	5 jours
	46 S	6°	6°5	22,6	259	185	20 h
	31 S	6°	6°5	21,6	262	162	5 j + 8 h
	159	6°	6°5	22	225	181	8 j + 12 h
	165	6°	7°	25,9	232	174	8 j + 12 h
	202	6°	7°	20,2	235	180	4 j
	171	6°	7°	26,2	260	175	13 j
	157	6°	7°	30,3	190	166	9 j + 12 h
	172	6°	7°	25,6	315	157	10 h
MARS	173	6°	7°	25,2	230	178	10 h
	199	6°	7°	19	204	203	6 h
	197	6°	7°	25,2	220	176	36 h
	211	6°	7°	23,5	236	162	3 j
	212	6°	7°	21,75	335	201	3 j
	208	6°	7°	22,50	210	199	4 j + 17 h
	207	6°	7°	23	234	194	4 j + 15 h
Groupe 8	Moyennes			24,06 ± 0,72	238 ± 9,7	177 ± 3,7	
							Animaux en cours de réchauffement depuis :
	167	6°	7°	21,4	265	156	10 minutes
	B	6°	7°5	13,6	266	167	50 mn
MARS	A	6°	10°	18,8	243	170	30 mn
	100/67	6°	23°5	19,1	244	180	1h 10
	28/67	6°	34°	18,6	253	182	1h 30
	92/67	6°	35°	15,2	342	200	2 h
Groupe 9	Moyennes			17,8 ± 1,2	269 ± 15,2	176 ± 6,2	
							Animaux réveillés à 6°C depuis :
	108/67	6°	37°	23,8	313	172	2 h
	166	6°	37°	21,4	240	175	2 h
MARS	170	6°	36°	22,4	225	186	2 h
	73/67	6°	35°5	24	275	191	3 h
	74/67	6°	35°5	22	294	194	6 h
	150/67	6°	36°	21,5	292	193	8 h
	152/67	6°	36°	20,6	272	200	8 h
	76/67	6°	36°	20,1	290	206	9 h
Groupe 10	Moyennes			22 ± 0,5	275 ± 10,42	189,5 ± 4,12	
							Animaux en début de sommeil :
	21/67	6°	8°	21,50	246	188	"
MARS	136/67	6°	11°5	21,75	288	208	"
	151/67	6°	13°	22,50	307	180	"
	52/67	6°	13°5	22	173	171	"
	33 S	6°	31°	24,1	244	165	"
	132/67	6°	33°	21	352	218	"
Groupe 11	Moyennes			22,1 ± 0,45	268 ± 25,3	188 ± 8,55	
							Animaux privés de nourriture, endormis à 15°C depuis :
	13/64	15°	15°	18	230	-	5 jours
	14/64	15°	15°5	18	227	-	51 h
	15/64	15°	16°	15	240	-	40 h
	5/64	15°	16°	17	250	-	13 h
	191	15°	15°	20	215	207	10 h
	194	15°	15°5	19,3	276	196	5 h
MARS	200	15°	16°	16	287	170	5 h
	195	15°	15°	19,75	220	185	3 j + 12 h
	201	15°	15°	21,1	200	197	3 j + 12 h
	192	15°	15°5	20,4	228	187	3 j
	203	15°	16°	21,2	258	169	10 h
	121	15°	16°	18,1	220	188	60 h
	122	15°	16°	18,2	279	191	52 h
Groupe 12	Moyennes			18,6 ± 0,5	241 ± 7,5	188 ± 4,1	

TABLEAU 35

EVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS LIPIDIQUES DANS LA GRAISSE BRUNE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Température ambiante	Température rectale	Acides gras totaux mg p. cent g frais	Cholestérol total mg p. cent g frais	Phosphore lipidique mg p. cent g frais	Observations
AVRIL							Animaux nourris, actifs.
	71/67	16°	36°5	15	239	173	"
	2 B	18°	36°	18, 8	298	185	"
	3 B	18°	37°5	16, 3	342	185	"
Groupe 13	Moyennes			16, 70	293	181	
JUIN							Animaux Nourris actifs.
	190 B	22°	37°5	19, 85	303	183	"
	99 B	22°	34°5	20, 5	258	182	"
	94 B	25°	36°5	16	254	202	"
Groupe 14	Moyennes			18, 76	272	189	
JUILLET							Animaux nourris actifs.
	X/64	27°	38°	19, 2			"
	Z/64	27°	37°	18			"
	10/64	28°	37°	21, 8			"
	96/64	28°	37°	16, 3			"
	S/64	28°	36°	18, 7			"
	12 B	24°	37°5	15, 7	264	175	"
	96 B	24°	37°5	16	340	177	"
	107 B	24°	37	17, 3	238	162	"
Groupe 15	Moyennes			17, 9 $\pm$ 0, 7	281	171	
JUILLET							Animaux privés de nourriture. Actifs.
	1 S	27°	36°	16, 4	280	174	"
	2 S	27°	37°	15	230	170	"
	3 S	27°	36°	20, 6	205	166	"
	4	24°	38°5	19, 7	242	160	"
	205	21°	35°	17, 6	255	154	"
	168	21°	37°	16, 1	290	165	"
	187	24°	37°	15, 1	334	181	"
	8 B	21°	36°5	21	225	195	"
	5 B	21°	35°5	18, 2	393	150	"
	193 B	21°	36°	20, 6	251	178	"
Groupe 16	Moyennes			18 $\pm$ 0, 7	270,5 $\pm$ 18	169,5 $\pm$ 4, 2	
JUILLET							Animaux privés de nourriture. Hypothermiques.
	140	16°	17°	25, 6	213	162	"
	110	16°	17°	32	186	164	"
	1 B	18°	20°	24, 8	297	173	"
	204	21°	23°	23, 6	230	172	"
	5	21°	22°	31, 4	263	162	"
	52	19°	20°	25	203	164	"
	51	19°	23°	27	212	171	"
	53	19°	20°	21, 5	234	168	"
	10 B	21°	22°	29	255	163	"
	9 B	21°	22°	25, 8	203	150	"
	7 B	21°	22°	26	358	140	"
	6 B	21°	22°	28, 3	274	167	"
	98 B	24°	34°	25, 5	263	196	"
Groupe 17	Moyennes			26, 5 $\pm$ 0, 84	245,5 $\pm$ 13	165,5 $\pm$ 3, 6	
JUILLET							Animaux nourris, a ctifs à 6°C
	17 L	6°	36°5	20, 6	184	180	"
	51 S	6°	37°5	21, 7	171	168	"
	91	6°	36°5	22, 5	190	163	"
Groupe 18	Moyennes			21, 6	182	177	
JUILLET							Animaux nourris, hypothermiques à 6°C
	37 S	6°	6°	22	230	174	"
	53 S	6°	6°	20, 6	186	197	"
	95	6°	8°	22, 2	225	160	"
	B_3	6°	6°	17, 7	224	171	"
	216	6°	6°	24, 6	175	177	"
Groupe 19	Moyennes			21, 4 $\pm$ 1, 1	208 $\pm$ 11,4	176 $\pm$ 6	

TABLEAU 36

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
NOVEMBRE		Endormis à 6°									
	22/66	"	22,9	6,6	5,6	45,4	16,3	3,1	28,5	52	19,4
	23/66	"	21	5	5,4	51,4	17,1	t	26,4	56,4	17,1
	16/66	"	23,9	6,3	5,6	41,5	22,5	t	29,5	47,8	22,5
	29/66	"	21,8	5,3	8,3	45,8	18,7	t	30,1	51,1	18,7
Groupe 5	Moyennes		22,4	5,8	6,22	46,02	18,65	t	28,6	51,82	19,42
DECEMBRE		En cours de réveil à 6°									
	56/66	"	21,1	6,8	8,8	39,4	17,7	6,1	29,9	46,2	23,8
	19/66	"	17	5,2	7,8	39,2	19,66	11,1	24,8	44,4	30,7
	89/66	"	18	4,6	8,7	46,4	22,2	t	26,7	51	22,2
	55/66	"	17,9	4,3	6,6	45,8	21,7	3,6	24,5	50,1	25,3
	58/66	"	17,35	4,54	7,02	45,04	14,46	11,57	24,37	49,58	26,03
	13/66	"	16,5	9	10,5	46,6	17,3	t	27	55,6	17,3
Groupe 6	Moyennes		17,96	5,73	6,60	43,73	18,83	5,38	26,22	49,46	24,22
DECEMBRE		Réveillés à 6° depuis 3 h									
	98/66	"	16,5	3,1	7,7	50,9	19,8	1,9	24,2	54	21,7
	57/66	"	13	4,8	5,2	54,3	14,4	8,2	18,2	59,1	22,6
	59/66	"	20,6	7,1	7,4	37,2	21,2	6,5	28	44,3	27,7
	95/66	"	22	3,6	7,2	36,9	17,9	12,3	29,2	40,5	30,2
Groupe 7	Moyennes		18,02	4,65	6,87	44,82	18,32	7,22	24,90	49,47	25,55
DECEMBRE		En début de sommeil à 6°									
	15/66	"	24,1	7,5	7,5	42,5	18,4	t	31,6	50	18,4
	54/66	"	18,8	6	6,4	45,1	22,7	1	25,2	51,1	23,7
Groupe 8	Moyennes		21,45	6,75	6,95	43,80	20,55	≃ 1	28,4	50,55	21,05
DECEMBRE		Endormis à									
	11/63	"	34,3	5,6	6,4	36,5	17	-	40,7	42,2	17
	12/63	"	23,8	5	6,2	32,2	25,8	7,4	30	37,2	33,2
	94/63	"	30,25	11,10	6,6	36,5	15,5	-	36,85	47,6	15,5
	95/63	"	21,7	6,2	9,2	39,2	23,7	-	30,9	45,4	23,7
Groupe 9	Moyennes		27,5	6,97	7,1	36,1	20,5	t	34,6	43,1	22,35
FEVRIER + JANVIER		Endormis à 6°									
	3/64	"	25,88	9,41	3,92	42,16	18,63	-	29,80	51,57	18,63
	04/64	"	22,87	-	8,75	44,12	18,88	5,36	31,62	44,12	24,24
	21/64	"	29,66	5,18	9,72	36,95	18,48	-	39,38	42,13	18,48
Groupe 10	Moyennes		26,14	4,86	7,46	41,08	18,66		33,6	45,94	20,45
FEVRIER + JANVIER		Endormis à 15°									
	2/64	"	25,75	9,17	7,53	26,5	24	7,17	33,25	35,70	31
	91/64	"	18,10	6,05	6,40	45,70	14,40	9,41	24,5	51,75	23,80
	17/64	"	22,30	6	6,70	41,9	19,75	3,28	29	48	23
	9/64	"	23,19	6	8,05	26,59	26,41	9,75	31,24	32,59	36,16
	4/64	"	21,63	3,36	8,65	33,17	33,17	-	30,28	36,53	33,17
Groupe 11	Moyennes		21,89	6,47	7,73	33,01	24,68	6,24	29,62	39,50	30,89

TABLEAU 37

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU PLASMA DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
		Endormis à 6°									
	159	"	22,1	1,5	4,6	51,9	19,8	-	26,7	53,4	19,8
	165	"	22,3	4,6	7,8	52,5	12,7	-	30,1	57,1	12,7
	157	"	18,2	2,4	9,6	50,1	16,8	2,8	27,8	52,5	20,1
	172	"	18,5	3,3	8,8	49,2	11,7	8,4	27,3	52,5	19,6
MARS	173	"	20,1	4	7,5	50	15,5	2,9	27,6	54	18,4
	199	"	22,3	1,4	8,8	43,2	15,5	8,7	31,1	44,6	24,2
	197	"	22,9	4,6	10,5	40	18,7	3,3	33,4	44,6	22
	211	"	24,3	5,2	10,4	51,3	8,7	t	34,7	56,5	8,7
	212	"	29,5	4,7	6,6	45,1	14,1	-	36,1	49,8	14,1
	208	"	24,4	1,9	9	35,4	20,6	8,7	33,4	37,3	29,3
	207	"	19,58	3,5	7	48,95	20,97	t	26,58	52,45	20,97
	167	"	20,8	3	8,6	51,9	15,7	-	29,4	54,9	15,7
Groupe 13	Moyennes		22,08	3,34	8,26	47,46	15,89	3	30,35	50,8	18,79
		Endormis à 15°									
	191	"	25,8	4,3	9,3	45,2	14,3	1,1	35,1	49,5	15,4
MARS	194	"	23,5	3,7	6,4	44,1	16,9	5,3	29,9	47,8	22,2
	200	"	23,4	4	6	37,5	22,5	6,6	29,4	41,5	29,1
	195	"	24,1	4,6	8,2	45,6	15,4	2,1	32,3	50,2	17,5
	201	"	23,8	3,6	4,7	39,9	20,8	7,1	28,5	43,5	27,9
	192	"	21,3	4,3	5,9	48,3	16,1	4	27,2	52,6	20,1
	203	"	20,9	3,1	4,8	46,9	12,5	11,5	25,7	50	24
Groupe 14	Moyennes		23,25	3,94	6,47	43,93	16,92	5,38	29,80	47,87	22,31
		Animaux actifs									
	X/64	"	28,8	4,9	3,4	28	20,2	14,7	32,2	32,9	34,9
	Y/64	"	29,6	3,6	4,1	26	22,3	14,4	33,7	29,6	36,7
JUILLET	Z/64	"	33,5	7,4	3,4	32,5	19,7	3,5	36,9	39,9	23,2
	10/64	"	19,3	3,4	6,5	23	22,4	25,4	25,8	26,4	47,8
	S/64	"	28,5	5,4	4,1	28,6	24,7	8,1	32,6	28,8	32,8
	53 S	"	31,4	4,2	7,7	33,2	19,7	3,7	39,1	37,4	23,4
Groupe 20	Moyennes		28,52	4,81	4,86	28,55	21,5	11,63	33,38	32,5	33,13
		Animaux actifs									
	12	"	19,4	5,3	13,6	36	18	7,6	33	41,3	25,6
AOUT	14	"	24,7	5,2	10,3	35,1	15,3	9,3	35	40,3	24,6
	213	"	24,6	8	4,2	42,4	20,1	t	28,8	50,4	20,1
Groupe 24	Moyennes		22,9	6,16	9,36	37,8	17,8		32,26	44	23,43

TABLEAU 38

ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DES ACIDES GRAS DANS LES 3 FRACTIONS (ESTERS DE CHOLESTEROL C.E. ; PHOSPHOLIPIDES P. L. ; TRIGLYCERIDES T. R. I'.) D'EXTRAITS LIPIDIQUES DE PLASMA DE LEROT.

Epoque	N° Lérot	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %	Observations
						C.E.					$C_{14:0}$
DECEMBRE	19/66	9,1	6,1	2,6	48,9	33,3	-	11,7	55	33,3	t
	89/66	11,7	8,3	0,8	46,9	32,2	-	12,5	55,2	32,2	t
	55/66	11,4	7,6	1,5	46	33,4	-	12,9	53,6	33,4	t
	58/66	11,4	8,1	1,1	53,5	25,9	-	12,5	61,6	25,9	t
	57/66	11,1	8,5	0,9	48,2	31,3	-	12	56,7	31,3	t
	59/66	9,5	8,3	0,9	46,9	34,3	-	10,4	55,2	34,3	t
	98/66	8,2	7,8	0,9	47,2	35,9	-	9,1	55	35,9	t
	54/66	8,9	5,8	1,3	48,1	35,9	-	10,2	53,9	35,9	t
	Moyennes	10,16	7,56	1,25	48,21	32,77	-	11,41	55,77	32,77	
						P. L.					
DECEMBRE	19/66	25,5	3,4	10,6	31,7	17	11,7	36,1	35,1	28,7	
	89/66	23	3,5	10,5	35,4	17,6	9,9	33,5	38,9	27,5	
	55/66	18,9	6	9	43,8	18,9	3,4	27,9	49,8	22,3	
	58/66	25,8	4,7	10,3	36,3	15,5	7,4	36,1	41	22,9	
	57/66	24,5	3,6	9,8	37,8	15,8	8,5	34,3	41,4	24,3	
	59/66	30,5	4,8	12,7	37,2	13,2	1,6	43,2	42	14,8	
	98/66	30,5	6,6	10,9	41,1	10,9	t	41,4	47,7	10,9	
	54/66	23,9	3,1	7,5	38,7	21	5,8	31,4	41,8	26,8	
	Moyennes	25,32	4,46	10,16	37,75	16,24	6,03	35,48	42,21	22,27	
						TRI					$C_{14:0}$
DECEMBRE	19/66	18,2	8,6	8,1	51,5	13,6	-	26,3	60,1	13,6	t
	89/66	12,8	8,9	6,4	59,8	12,1	-	19,2	68,7	12,1	t
	55/66	13,2	8,8	3,3	57,1	17,6	-	16,5	65,9	17,6	t
	58/66	14,3	7,2	2,9	67,6	7,9	-	17,2	74,8	7,9	t
	57/66	15,3	9,5	6,7	54,5	13,9	-	22	64	13,9	t
	59/66	10,6	5,8	3,4	69,2	11	-	14	75	11	t
	98/66	12,5	7,5	2,1	66,3	11,5	-	14,6	73,8	11,5	t
	54/66	10,7	7,3	2,6	66,6	12,7	-	13,3	73,9	12,7	t
	Moyennes	13,45	7,95	4,43	61,57	12,54	-	17,88	69,52	12,54	
						CE					
JUILLET	2	18	7	2,8	46,5	26,4	t	20,8	52,5	26,4	
	3	19,5	8,4	1,3	39,1	31,3	t	20,8	47,5	31,3	
	6	17	6,3	4,4	25,8	46,4	t	21,4	32,1	46,4	
	8	19,5	6,3	0	37,5	36,7	-	19,5	43,8	36,7	
	7	17,7	6,8	3,1	36,8	35,6	t	20,8	43,6	35,6	
	9	17,5	7	0,5	48,5	26,4	-	18	55,5	26,4	
	10	17,3	7,5	2,3	48	24,8	t	19,6	55,5	24,8	
	11	19,6	7	0	47	26,3	-	19,6	54	26,3	
	1S	18,5	6,6	2,3	45,9	26,4	t	20,8	52,5	26,4	
	2S	17	7,1	0,7	47,7	27,4	t	17,7	54,8	27,4	
	3S	17,3	6,5	1	52,3	22,7	t	18,3	58,8	22,7	
	Moyennes	18,08	6,95	1,67	43,1	30,03	t	19,75	50,05	30,03	

TABLEAU 39

ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DES ACIDES GRAS DANS LES 3 FRACTIONS (ESTERS DE CHOLESTEROL C.E. ; PHOSPHOLIPIDES P.L. ; TRIGLYCERIDES T.R.T.) D'EXTRAITS LIPIDIQUES DE PLASMA DE LEROT.

Epoque	N° Lérot	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %	Observations
						PL					
JUILLET	2	38,2	2,9	10,2	24,3	13,2	11,1	48,4	27,2	24,3	
	3	40,8	2,2	12,2	23,8	16,7	4,2	53	26	20,9	
	6	46,4	0	13,3	13,9	23	3,3	59,7	13,9	26,3	
	9	38,8	3	11	29,5	11,4	6,2	49,8	32,5	17,6	
	1 S	42,8	1,7	15,5	24,7	8,3	6,9	58,3	26,4	15,2	
	Moyennes	41,18	2,06	12,43	22,61	15,08	6,52	53,62	24,68	21,6	
						TRI					$C_{14:0}$
JUILLET	1	25	5,1	6,5	53,2	7,3	-	34,3	58,3	7,3	2,8
	2	22,1	5,5	5,1	54,3	10,7	-	29,4	59,8	10,7	2,2
	3	22,5	5,7	4,4	57,5	7,2	-	29,5	63,2	7,2	2,6
	6	27,5	5,2	7	35,8	21,8	-	37,1	41	21,8	2,6
	8	27,7	5,6	4	48,5	11,6	-	34,2	54,1	11,6	2,5
	7	36,5	7,3	11,4	36,5	5,9	-	50,2	43,8	5,9	2,3
	9	22,4	5,4	3,8	55,2	11,6	-	27,7	60,6	11,6	1,5
	11	20,9	6,5	4,3	58,2	7,3	-	27,6	64,7	7,3	2,4
	2 S	19	7,3	4,8	56,6	10,3	-	25,8	63,9	10,3	2
	3 S	19,8	5,7	3,3	61	7,9	-	25,3	66,7	7,9	2,2
	Moyennes	24,34	5,93	5,46	51,68	10,16	-	32,11	57,61	10,16	2,31

TABLEAU 40

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
DECEMBRE	19/66	en cours de réveil à 6°	15,41	3,92	7,56	48,88	16,81	7,41	22,97	52,80	24,22
	89/66	"	11,2	8	2,9	64,3	13,6	tr 1	14,1	72,3	13,6
	55/66	"	14,61	5,38	5,23	56,61	14,15	4	19,84	61,99	18,15
	58/66	"	17,58	6,60	7,03	48,13	12,53	8,13	24,61	54,73	20,66
	13/66	"	19,3	6,4	5,7	51,1	15,3	2,1	25	57,5	17,4
		Moyennes	15,62	6,06	5,56	53,8	14,48	4,53	21,30	59,86	18,81
DECEMBRE		Réveillés à 6°									
	57/66	"	13,05	8,61	5	54,58	13,80	4,86	18,05	63,19	18,66
	59/66	"	11,97	7,73	4,05	56,54	14,92	4,79	16,02	64,27	19,71
	98/66	"	16,38	5,61	7,80	50,40	13,26	6,55	24,18	56,01	19,81
		Moyennes	13,80	7,32	5,62	53,83	13,99	5,40	19,42	61,15	19,39
DECEMBRE		En début de sommeil à 6°									
	54/66	"	10,44	8,34	3,50	59,60	18,10	abs	13,94	67,94	18,10
	149	"	13,26	6,12	5,10	59,18	16,33	t	18,36	65,30	16,33
		Moyennes	11,85	7,23	4,30	59,39	17,21	t	16,15	66,62	17,21
JANVIER + FEVRIER		Endormis à 6°									
	74/63	"	18,2	9	3,2	62,5	7,3	abs	21,4	71,5	7,3
	1/64	"	18,88	9,58	4	43,92	16,73	6,86	22,88	53,5	23,59
	4/64	"	19,20	1,49	7,62	44,96	17,92	8,76	26,82	46,45	26,68
	6/64	"	17,85	3,64	5,46	44	24,10	4,92	23,31	47,64	29
	8/64	"	18,45	4,85	4,70	50,65	17,90	3,52	23,15	55,5	21,42
		Moyennes	18,52	5,71	4,99	49,21	16,79	4,81	23,46	54,92	21,60
JANVIER + FEVRIER		Endormis à 15°									
	78/63	"	16,40	2,55	9,66	55	16,8	abs	26,06	57,55	16,80
	91/64	"	14,60	8,15	4,95	56,60	13,90	1,65	19,55	64,75	15,55
	81/64	"	19,68	7,72	5,94	48,10	16,38	2,27	25,62	55,82	18,65
	[illegible]	"	18,69	6,13	6,50	33,93	26,93	7,80	25,19	40,06	34,73
	[illegible]/64	"	19,72	4,67	9,03	26,67	31,53	8,35	28,75	31,34	39,88
		Moyennes	17,82	5,84	7,22	44,06	21,11	4,01	25,03	49,90	25,12
MARS		Endormis à 6°									
	159	"	12,8	5,5	3,6	58,2	15,9	3,9	16,4	63,7	19,8
	202	"	16,2	5,9	6,2	53,9	13,5	4,2	22,4	59,8	17,7
	171	"	11,9	8	3,7	64	10,4	2	15,6	72	12,4
	157	"	16,9	6	2,3	62,2	12,6	t	19,2	68,2	12,6
	172	"	10,1	5	2,4	70	11,1	1,3	12,5	75	12,4
	173	"	14,89	4,09	5,14	62,06	11,52	2,30	20,03	66,15	13,82
	199	"	13,9	3,9	6,8	58,5	13,1	3,7	20,5	62,4	16,8
	197	"	14,9	4,6	4,4	60,7	13,4	1,9	19,3	65,3	15,3
	211	"	17,5	6,2	6,5	59,4	5,6	4,7	24	65,6	10,3
	212	"	13,27	6,08	4,28	61,98	10,79	3,60	17,55	68,06	14,39
	208	"	14,4	5,4	5,9	48,8	19,3	6,1	20,3	54,2	25,4
	207	"	21,6	4,9	6,3	48,7	14,3	4,2	27,9	53,6	18,5
	167	"	12,4	5	3,2	64,6	10,4	4,4	15,6	69,6	14,4
		Moyennes	14,67	5,43	4,67	59,46	12,45	3,25	19,33	64,89	15,68

TABLEAU 41

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
MARS		Endormis à 15°									
	191	"	14,6	5,4	6,2	57,6	14,9	1,3	20,8	63	16,2
	194	"	16,1	4,4	5,4	49,5	11,2	13,4	21,5	53,9	24,6
	200	"	22,7	3,9	10,9	42	20,5	abs	33,6	45,9	20,5
	195	"	19,8	2,8	8,1	45,6	15,4	8,3	27,9	48,4	23,7
	201	"	20,3	2,5	9,4	40,3	22,8	4,6	29,7	42,8	27,4
	192	"	18,6	3,8	7,5	50	12,7	7,3	26,1	53,8	20
	203	"	18,8	5,1	5,5	54,1	13,4	3,1	24,3	59,2	16,5
		Moyennes	18,70	3,98	7,57	48,44	15,84	5,43	26,27	52,43	21,27
MARS		Réveillés à 6°									
	166	"	16,6	6,2	4,1	57,4	9,9	5,7	20,7	63,6	15,6
	170	"	15,3	3,7	5,4	62,9	8,8	3,8	20,7	66,6	12,6
		Moyennes	15,95	4,95	4,75	60,15	9,35	4,75	20,7	65,1	14,1
REVEIL VERNAL		Actifs et nourris									
	53/62	"	22	0,63	10,3	29,6	32,7	3,4	32,30	30,23	37,90 *
	43/62	"	32,8	3,4	12,5	22,5	25,5	-	45,30	25,90	28,40 *
	56/62	"	22,7	4	7	23,3	34,9	2,3	29,7	27,30	43 *
	48,62	"	23,15	1,2	7,5	19,2	43,6	2	30,65	20,40	48,80 *
		Moyennes	25,16	2,31	9,32	23,65	34,17	1,92	34,49	25,96	39,52
JUIN		Actifs et nourris									
	30/62	"	21	3,7	10,6	34,8	26	3,87	31,6	38,5	29,87
	31/62	"	22	3,1	6,4	34	30,15	4,1	28,4	37,10	34,25
	33/62	"	16,8	3,46	8	35	30,25	6,2	24,80	38,46	36,45
	62/62	"	25,1	2,9	8,15	18,80	35,60	4,05	33,25	21,7	44,85 *
	65/62	"	27,1	1,88	7,90	18,10	40	t	35	19,98	44,50 *
	52/62	"	22,10	3	9,9	21,5	32,5	10	32	24,5	43,14 *
	42/62	"	22	3,1	10	21,6	37,5	4,6	32	24,7	43,54 *
		Moyennes	22,30	3,02	8,71	26,26	33,14	4,69	30,99	29,28	39,51
JUILLET		Actifs et nourris									
	36/62	"	16,60	5,55	2,05	51,6	24	-	18,65	57,15	24
	37/62	"	27,4	6,30	9,25	29,3	17	9,60	36,65	35,60	27,80
	x/64	"	26,9	4,4	9,6	23,7	15,2	20,2	36,5	28,1	35,4
	y/64	"	28,4	7,9	4,2	37,3	18	4,2	32,6	45,2	22,2
	z/64	"	30,1	5,1	8,9	24,4	18,7	12,8	39	29,5	44,3
	10/64	"	21,5	2,1	11,3	20,8	19,7	24,6	32,8	22,9	44,3
	S/64	"	28,7	4,4	8,1	28,6	20,3	9,9	36,8	33	30,2
	1	"	24,9	2,2	13,1	35,4	16,8	9,6	38	35,6	26,4
	2	"	25	5	9,7	40,9	14	5,3	34,7	45,9	19,3
	3	"	22,9	7,8	6,6	48	11,2	3,5	29,5	55,8	14,7
	6	"	27,2	1,4	13	23,5	21,3	13,6	40,2	24,9	34,9
	8	"	26,6	5,1	8,7	37	15,2	7,3	35,3	42,1	22,5
		Moyennes	25,52	4,77	8,71	33,21	17,62	10,05	34,22	37,98	28,83

* - présence d'acide linolénique $C_{18:3}$

TABLEAU 42

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU FOIE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
JUILLET		Actifs + jeûne									
	7	48h	20,8	8,5	6,5	43,6	14,8	5,7	27,3	52,1	20,5
	9	"	21,9	6,6	6	48,6	12	4,8	27,9	55,2	16,8
	10	"	20,5	9,1	7,1	50,5	10	2,7	27,6	59,6	12,7
	11	"	22,4	7	4,7	49,3	10,5	6,1	27,1	56,3	16,6
	3S	54h	20,6	7,6	4	53,5	10,9	3,4	24,6	61,1	14,3
	2S	"	19,8	6,3	6,1	49,1	14,6	4,1	25,9	55,4	18,7
	1S	"	19,7	3,9	9,5	41,6	17,5	7,8	29,2	45,5	25,3
	4	72h	12,8	7	2,90	54,4	13,95	8,8	15,7	61,4	22,75
	205	"	22,7	5,3	5,8	44,7	15,4	6	28,5	50	21,4
		Moyennes	20,13	6,81	5,84	48,36	13,29	5,48	25,98	55,18	18,78
JUILLET		Hypothermiques + jeûne									
	204	"	17,9	6,1	4,2	54,3	13,3	4,2	22,1	60,4	17,5
	5	"	17,8	7,2	5,3	53,25	12,96	3,35	23,1	60,45	16,31
	52	"	22,82	6,52	8,7	50	11,95	t	31,52	56,52	11,95
	53	"	14	4,1	2,3	46,45	19,4	13,75	16,3	50,55	33,15
		Moyennes	18,13	5,98	5,12	51	14,40	5,32	23,25	56,98	19,72
AOUT		Nourris									
	12	"	21,25	6,60	7,91	44,80	13,12	6,25	29,16	51,40	19,37
	14	"	17,3	6,95	5,75	46,95	18,20	4,85	23,05	53,90	23,05
	213	"	29,9	2,7	5,4	36,7	17,7	7,5	35,3	39,4	25,2
	198	"	18,4	3,6	5,5	47,6	17,1	7,7	23,9	51,2	24,8
		Moyennes	21,71	4,96	6,14	44,01	16,53	6,57	27,85	48,97	23,10

TABLEAU 43

ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DES ACIDES GRAS DANS LES TROIS FRACTIONS (Esters de cholestérol C.E., Phospholipides P.L., Triglycérides TRI.) D'EXTRAITS LIPIDIQUES DE FOIE DE LEROT

Epoque	N° Lérot	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
						C.E.				
DECEMBRE	19/66	9,4	6,5	2,2	71,9	9,9	-	11,6	78,4	9,9
	89/66	9,9	6,4	1,7	74,1	7,1	-	12,3	80,5	7,1
	55/66	11,8	6,5	1,8	70,4	8,5	-	14,6	76,9	8,5
	58/66	17	4,5	5,7	68,1	4,7	-	22,7	72,6	4,7
	141	14,8	4,7	1,8	73,9	4,7	-	16,6	78,6	4,7
	57/66	13,2	4,1	3,1	73,7	5,9	-	16,3	77,8	5,9
	59/66	10	8,7	2,7	66,1	12,5	-	12,7	74,8	12,5
	98/66	17,2	3,5	5,3	65,8	8,2	-	22,5	69,3	8,2
	160	8,6	6,9	1,7	75,8	6,9	-	10,3	82,7	6,9
	156	9,1	3,8	1,3	81,1	5,7	-	10,4	84,9	5,7
	Moyennes	12,1	5,56	2,73	72,09	7,41	-	15	77,6	7,4
						P.L.				
DECEMBRE	19/66	24,5	2	16,2	37	13,8	6,5	40,7	39.	20,3
	89/66	19,4	3,3	14,4	36,4	18,5	8	33,8	39,7	26,5
	55/66	21,4	3,8	13,6	34,5	17,2	9,1	35,3	38,3	26,3
	141	20,8	1,8	12,7	37,3	18,7	8,6	33,5	39,1	27,3
	58/66	22,7	2,2	13,3	38,9	15,6	7,2	36	41,1	22,8
	57/66	21,8	2,6	15,6	35,9	16,8	7,2	37,4	38,5	24
	59/66	22,2	2,3	14,9	35,3	17,3	8	37,1	37,6	25,3
	98/66	22	3,1	13,2	36,7	16,6	8,3	35,2	39,8	24,9
	54/66	19,9	3,1	15,6	38,9	16,5	5,9	35,5	42	22,4
	160	30	1,94	11,65	35,27	19,4	1,62	41,65	37,21	21,02
	156	19,8	3,1	15	36,5	15	10,5	34,8	39,6	25,5
	142	21,2	2	13,4	32,4	20,2	10,7	34,6	34,4	30,9
	Moyennes	22,14	2,6	14,12	36,26	17,13	7,63	36,29	38,85	24,76
						TRI				
DECEMBRE	141	15,1	9,6	1,5	62,4	11,4	-	16,6	72	11,4
	59/66	8,3	9,1	2,1	66,5	13,1	-	11,2	75,6	13,1
	54/66	9,2	10,3	1,9	56,5	20,3	-	12,8	66,8	20,3
	160	17,5	5,1	t	66	11,3	-	17,5	71,1	11,3
	156	8,3	8,3	0,7	67,1	15,5	-	9	75,4	15,5
	Moyennes	11,68	8,48	1,24	63,7	14,32	-	13,42	72,18	14,32

TABLEAU 44

ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DES ACIDES GRAS DANS LES TROIS FRACTIONS (Esters de cholestérol C.E., Phospholipides P.L., Triglycérides TRI.) D'EXTRAITS LIPIDIQUES DE FOIE DE LEROT

Epoque	N° Lérot	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
						C.E.				
MARS	159	9,43	3,77	3,77	78,30	4,72	-	13,20	82,07	4,72
	165	7,3	7,3	2,7	71,60	11	-	10	78,9	11
	171	9,3	6,7	0,9	74,3	8,7	-	10,2	81	8,7
	157	11,6	5,2	3	71,6	8,6	-	14,6	76,8	8,6
	172	11,13	4,77	0,74	73,63	8,92	-	12,67	78,40	8,92
	173	12,10	2,69	0,45	81,61	3,14	-	12,55	84,30	3,14
	199	11,84	5,63	4,66	71,55	5,34	-	17,47	77,18	5,34
	197	12,46	3,71	1,99	70,69	10,48	-	15,11	74,40	10,48
	207	14,40	4,05	2,02	70,18	8,52	-	17,23	74,23	8,52
	167	10,1	3,4	1,1	79,5	5,8	-	11,1	82,9	5,8
	191	12,13	1,21	1,21	81,55	3,88	-	13,34	82,76	3,88
	166	11,31	6,10	1,80	73,60	6,28	-	14,01	79,70	6,28
	170	9,5	6,3	3,2	73	7,9	-	12,7	79,3	7,9
	Moyennes	10,97	4,68	2,11	74,7	7,17	-	13,40	79,38	7,17
						P.L.				
MARS	159	19,46	1,6	11,45	38,17	19,51	9,80	30,91	39,77	29,31
	165	21,85	1,85	13,60	35,1	15,1	12,5	35,45	36,95	27,6
	202	20,8	1,3	8,2	42,2	21,8	5,6	29	43,5	27,4
	171	16	1,3	14,85	36,95	18,46	12,42	30,85	38,25	30,88
	172	22,98	1,49	18,51	41,64	15,37	-	41,49	43,13	15,37
	173	24,29	0,98	13,55	42,37	13,70	5,08	37,84	43,35	18,78
	199	22,73	0,82	15,81	35,58	11,86	13,18	38,54	36,40	25,04
	197	29,81	0,70	15,75	36,99	16,73	t	45,56	37,69	16,73
	212	33,7	0,6	7,6	34,8	20,6	2,7	41,3	35,4	23,3
	208	32,5	0	7,9	36,4	18,2	5	40,4	36,4	23,2
	207	27,58	0,92	12,97	29,41	17,87	11,23	40,55	30,33	29,10
	191	20,4	1,14	14,37	35	15,96	9,12	38,77	36,14	25,08
	195	22,66	0,90	11,87	33,63	21,11	9,72	34,53	34,53	30,94
	201	24,46	1,32	13,21	29	24,52	7,48	37,67	30,32	32
	166	22,22	1,25	12,90	37,27	12	14,33	35,12	38,52	26,33
	170	20,88	1,60	14,2	40	15	8,3	35,08	41,6	23,3
	Moyennes	23,89	1,11	12,92	36,53	17,37	7,90	37,06	37,64	25,27
						TRI				
MARS	159	7,84	3,27	t	79,73	9,15	-	7,84	83	9,15
	171	10,1	10,5	0,6	67,8	11	-	10,7	78,3	11
	173	13,7	5,8	1,7	73,8	5	-	15,40	79,6	5
	199	10,01	2,97	t	77,92	9,09	-	10,01	80,89	9,09
	197	13,06	4,55	t	65,81	16,56	-	13,06	70,36	16,56
	212	10,03	2,51	t	77,42	10,03	-	10,03	79,93	10,03
	208	5,75	2,30	t	79,31	12,64	-	5,75	81,61	12,64
	207	15,38	0,96	t	77,88	5,77	-	15,38	78,84	5,77
	194	9,90	3,60	t	79,28	7,21	-	9,90	82,88	7,21
	195	14,8	2,5	1,7	74,4	6,6	-	16,5	76,9	6,6
	203	9,24	4,62	t	80,37	5,77	-	9,24	84,99	5,77
	200	9,32	2,54	t	75,42	12,71	-	9,32	77,96	12,71
	166	11,80	3,60	0,95	74,15	9,5	-	12,75	77,75	9,50
	Moyennes	10,84	3,82	t 1%	75,63	9,31	-	11,22	79,46	9,31

TABLEAU 45

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
DECEMBRE		En cours de réveil									
	19/66	"	13,4	1,8	17,8	31,1	26,8	9,1	31,2	32,9	35,9
	89/66	"	10,9	3	12,2	36,6	26,9	10,4	23,1	39,6	37,3
	55/66	"	18,1	1,1	14,4	31,9	25	9,5	32,5	33	34,5
	58/66	"	14,9	4,3	13,8	37,2	22,1	7,7	28,7	41,5	29,8
DECEMBRE		Réveillés depuis 3h									
	57/66	"	14,9	2,8	14,9	27,4	28,1	11,9	29,8	30,2	40
	59/66	"	16,5	1,8	20,4	30,1	30,3	0,8	36,9	31,9	31,1
	98/66	"	13	2,4	13,5	37,7	24,5	8,9	26,5	40,1	33,4
		En début de sommeil									
	54/66	"	12,5	3,1	14,9	31,8	26,7	10,9	27,4	34,9	37,6
Moyennes			14,27	2,54	15,24	32,97	26,30	9,77	29,51	35,51	34,95
DECEMBRE + JANVIER		Endormis à 15°									
	2/64	"	14,54	3,07	18,32	23,64	33,33	7,09	32,86	26,71	40,42
	91/64	"	16,1	3,07	16,43	33,41	19,17	11,83	32,53	36,48	31
	93/64	"	21,1	3,4	13,1	32,6	18,8	11	34,2	36	29,80
FEVRIER		Endormis à 6°									
	3/64	"	17,5	4,75	16,50	38,30	23		34	43	23
	1/64	"	12,90	4,61	13,66	40,13	19,97	8,47	26,77	44,74	28,44
	04/64	"	12,45	3,83	15,51	37,91	21,02	9,26	27,96	41,74	30,28
	02/64	"	17,34	-	13,30	57,80	11,56	-	30,64	57,80	11,56
FEVRIER		Endormis à 15°									
	06/64	"	11,09	2,82	11,93	33,61	31,46	9,07	23,02	36,43	40,53
	07/64	"	14,79	3,95	13,70	30,41	28,93	8,22	28,49	34,36	37,17
	09/64	"	12,14	3,24	14,63	34,70	28,76	6,53	26,77	37,94	35,29
	04/64	"	15,35	t	20,17	31,14	33,33	-	35,52	31,14	33,33

TABLEAU 46

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DU COEUR DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
		Endormis à 6°									
MARS	159	"	10,6	3,3	11,9	48	20,4	5,7	22,5	51,3	26,1
	165	"	11,5	3,5	13,5	46,9	18,2	6,4	25	50,4	24,6
	171	"	12,54	5,45	11,88	47,85	18,32	3,96	24,42	53,3	22,28
	157	"	12,3	2,9	12,7	43,3	21,9	6,8	25	46,2	28,7
	172	"	10,80	1,96	12,76	54,48	15,58	4,42	23,56	56,44	20
	173	"	11,94	3,21	12,31	45,02	22,78	4,73	24,25	48,23	27,51
	199	"	15,2	2,5	19	32,5	21,6	9,1	34,2	35	30,7
	211	"	15,43	3,86	19,93	42,12	8,68	9,97	35,36	45,98	18,65
	212	"	16,46	2,45	18,74	25,92	31	5,43	35,20	28,37	36,43
	208	"	15,35	1,25	15,48	30,21	25,72	11,98	30,83	31,46	37,7
	167	"	8,7	3	12,3	49,9	19,3	6,7	21	52,9	26
Moyennes			12,80	3,03	14,59	42,38	20,32	6,83	27,39	45,41	27,15
		Endormis à 15°									
MARS	13/64	"	11,30	1,90	22	29,33	25,67	9,78	33,30	31,23	35,45
	14/64	"	11,50	2,88	15,95	35,51	26,97	7,08	27,56	38,39	34,05
	5/64	"	15,18	2,67	18,6	25,63	30,80	7,11	33,78	28,30	37,91
	191	"	13,91	3,41	17,06	38,58	23,62	3,41	30,97	41,99	27,03
	194	"	11,90	3,61	9,47	52,47	19,83	2,70	21,37	56,08	22,53
	200	"	12,6	2,7	17,2	32,1	26,2	9,1	29,8	34,8	35,3
Moyennes			12,73	2,86	16,71	35,6	25,51	6,53	29,46	38,34	32,04
		Réveillés à 6°									
MARS	166	"	10	3,2	15,5	43	21,4	6,8	25,5	46,2	28,2
	170	"	12,6	3,7	13,7	46,9	16,9	6,2	26,3	50,6	23,1
		Actifs et nourris									
JUILLET	x/64	"	18,8	3,5	8,8	37	22,5	9,3	27,6	40,5	31,8
	y/64	"	23	6,5	8,7	35	24	2,5	31,7	41,5	26,5
	z/64	"	21,3	5,4	11,6	26,3	24,7	10,6	32,9	31,7	35,3
	10/64	"	16,8	2,8	9,5	31,6	24,1	15,2	26,3	34,4	39,3
	1	"	23,4	4,4	19,1	25,6	17,2	10,3	42,5	30	27,5
	2	"	24,6	3,4	14,4	30,8	15,9	10,9	39	34,2	26,8
	3	"	18,6	2,4	17,4	28,5	23,8	9,3	36	30,9	33,1
	6	"	24	2,1	15,6	26,4	21	10,8	39,6	28,5	31,8
Moyennes			21,31	3,81	13,13	30,15	21,65	9,86	34,45	33,96	31,51

TABLEAU 47

ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DES ACIDES GRAS DANS LES TROIS FRACTIONS (Esters de cholestérol C.E. ; Phospho-lipides P.L., Triglycérides T.R.I.) D'EXTRAITS LIPIDIQUES DE COEUR DE LEROT

Epoque	N° Lérot	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
						C.E.				
DECEMBRE	89/66	11,3	6,7	3,7	64,4	13,8	-	15	71,1	13,8
	55/66	18,1	13,8	6,9	48,6	12,6	-	25	62,4	12,6
	57/66	27	13,5	8,1	35,1	16,3	-	35,1	48,6	16,3
	59/66	21,3	12,1	8,5	46,8	11,3	-	29,8	58,9	11,3
	98/66	25,7	8,9	5,9	46,5	12,9	-	31,6	55,4	12,9
	54/66	14,6	7,1	4	63,8	10,5	-	18,6	70,9	10,5
Moyennes		19,66	10,35	6,18	50,86	12,90	-	25,85	61,21	12,90
						C.E.				
MARS	165	25,9	3,7	7,4	44,4	18,5	-	33,3	48,1	18,5
	157	27	5,4	24,3	27	16,2	-	51,3	32,4	16,2
	207	27,4	5	14,8	34,2	18,5	-	42,2	39,2	18,5
	192	19,2	10,5	7,5	46,5	16,3	-	26,7	57	16,3
	200	33,8	9,7	14	24,6	11,6	-	54	34,3	11,6
	203	28,2	5,9	23,7	25,9	16,3	-	51,9	31,8	16,3
	170	26,4	6,4	13,6	43,2	10,4	-	40	49,6	10,4
	(7)	26,84	6,66	15,04	35,11	15,40		42,77	41,77	15,40
						P.L.				
DECEMBRE	19/66	19,5	1,9	26,8	26,9	19,8	5,1	46,3	28,8	24,9
	89/66	18	3,4	25,2	29,5	19,3	4,5	43,2	32,9	23,8
	55/66	17,7	1,2	19,9	34,7	24,3	2,2	37,6	35,9	26,5
	58/66	21	1,9	20	38,6	16,9	1,5	41	40,5	18,4
	57/66	18	2	19,6	32	22,2	6,2	37,6	34	28,4
	59/66	19	3	23,9	27,9	22,3	3,9	42,9	30,9	26,2
	98/66	17,7	1,2	23,3	34,6	18,5	4,7	41	35,8	23,2
	54/66	18,1	2,8	24,7	28,2	23	3,1	42,8	31	26,1
Moyennes		18,62	2,17	22,92	31,55	20,78	3,90	41,55	33,72	24,68
						P.L.				
MARS	165	15,8	1,1	25,1	25,7	24,3	8	40,9	26,8	32,3
	157	17,6	1,8	22,4	29	23,7	5,4	40	30,8	29,1
	207	18,4	2,1	22,1	27,2	24,5	5,7	40,5	29,3	30
	167	14,6	1,4	23,6	27,7	20	12,5	38,2	29,1	32,5
	192	14,8	1	23	26,5	28	6,7	37,8	27,5	34,7
	200	17,7	1,2	25,6	23,6	22,8	9	43,3	24,8	31,8
	203	17,3	1,5	24,3	29	22,7	5,2	41,6	30,5	27,9
	194	19,5	1	23	25,5	27,1	3,8	42,5	26,5	30,9
	166	13,3	1,5	26,6	31	22,5	5	39,9	32,5	27,5
	170	18	1,1	25,6	28,2	20,8	6,2	43,6	29,3	27
Moyennes		16,70	1,37	24,13	27,34	23,64	6,75	40,83	28,71	30,37

TABLEAU 48

ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DES ACIDES GRAS DANS LES TROIS FRACTIONS (Esters de cholestérol C.E.; Phospho-lipides P.L., Triglycérides T.R.I.) D'EXTRAITS LIPIDIQUES DE COEUR DE LEROT

Epoque	N° Lérot	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	$C_{20:4}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
						T.R.I.				
DECEMBRE	19/66	11,6	4,8	5,6	65,1	12,9	-	17,2	69,9	12,9
	89/66	8,6	6,3	5,1	69	10,9	-	13,7	75,3	10,9
	55/66	10,3	5,1	6,5	66,2	11,9	-	16,8	71,3	11,9
	58/66	13,5	7,2	2,7	63,1	13,5	-	16,2	70,3	13,5
	57/66	15,4	7,7	8,6	54,8	13,4	-	24	62,5	13,4
	59/66	16,5	10,9	6,7	54,3	11,6	-	23,2	65,2	11,6
	98/66	10,8	4,5	3,3	73	8,3	-	14,1	77,5	8,3
	54/66	12,7	8,1	4,5	66	8,6	-	17,2	74,1	8,6
Moyennes		12,42	6,82	5,37	63,94	11,38	-	17,80	70,76	11,38
						T.R.I.				
MARS	165	4,9	4,1	1,5	84,6	4,1	-	7,2	88,7	4,1
	157	5,9	5,7	2	79,2	5,7	-	9,3	84,9	5,7
	207	10,9	5,5	3,1	68,5	10,8	-	15,1	74	10,8
	167	7,5	6,2	2,4	68,8	15,1	-	9,9	75	15,1
	192	8,8	6,1	3,4	70,3	10,1	-	13,5	76,4	10,1
	203	13,3	2,7	1,4	70,6	12	-	14,7	73,3	12
	194	9,8	5,8	2,7	71	9,5	-	13,7	76,8	9,5
	166	5,9	3,9	2	74,4	13,8	-	7,9	78,3	13,8
	170	10	6,9	2,9	69,8	8,9	-	14,3	76,7	8,9
Moyennes		8,55	5,21	2,37	73,02	10	-	11,73	78,22	10

TABLEAU 49

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DE LA GRAISSE BRUNE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des Animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	poly insaturés %
NOVEMBRE	22/66	Endormis à 6°	6,9	6,03	3,45	75	8,62	10,35	81,03	8,62
	23/66	" "	7,92	6,93	5,44	65,84	11,88	15,34	72,77	11,88
	24/66	" "	7,56	6,69	6,69	63,08	13,66	16,57	69,77	13,66
	16/66	" "	8,09	4,82	5,16	68,15	13,77	13,25	72,97	13,77
	29/66	" "	7,22	6,08	13,68	61,60	11,41	20,90	67,68	11,41
	160	" "	7,40	4,6	3,8	70,8	13,3	11,2	75,4	13,3
Groupe 2		Moyennes	7,51	5,86	6,37	67,29	12,10	14,6 ± 1,59	73,27 ± 1,90	12,10 ± 0,8
		En cours de réchauffement								
DECEMBRE	56/66	"	6,7	5,59	6,7	64,8	16,20	13,4	70,39	16,2
	19/66	"	4,8	3,2	5	70,5	16,5	9,8	73,7	16,5
	89/66	"	5,8	5,8	5,5	75,8	7,1	11,3	81,6	7,1
	55/66	"	6,1	4,1	4,4	71,6	13,8	10,5	75,7	13,8
	58/66	"	5,8	5	5,7	68,7	13,7	12,5	73,7	13,7
	13/66	"	7,18	4,89	4,96	66,66	16,30	12,14	71,55	16,30
Groupe 3		Moyennes	6,06	4,76	5,38	69,68	13,93	11,6 ± 0,54	74,44 ± 1,62	13,93 ± 1,46
		Réveillés à 6°								
DECEMBRE	57/66	"	7,6	5,8	6,9	67,1	12,5	14,5	72,9	12,5
	59/66	"	5,3	5,5	4,8	68,6	14,7	11,1	74,1	14,7
	98/66	"	7	4,3	5,3	71,1	12,3	12,3	75,4	12,3
Groupe 4		Moyennes	6,63	5,20	5,66	68,93	13,16	12,63	74,13	13,16
		En début de sommeil								
DECEMBRE	15/66	"	6,7	5,59	6,70	64,80	16,20	13,40	70,39	16,2
	97/66	"	5,83	3,14	4,48	74,44	12,11	10,31	77,58	12,11
	54/66	"	6,3	4,6	4,4	68,4	15,3	11,7	73	15,3
Groupe 5		Moyennes	6,28	4,44	5,19	69,21	14,53	11,8	73,65	14,53
		Endormis à 15°								
DECEMBRE	156	"	4,8	3,4	3,8	76,3	11,7	8,6	79,7	11,7
	183	"	5,1	3,7	3,6	76,9	10,6	8,7	80,6	10,6
	182	"	8,5	5,3	4,7	69,3	12,2	13,1	74,6	12,2
	78/66	"	5,72	2,77	7,38	71,22	12,91	13,1	73,99	12,91
Groupe 6		Moyennes	6,03	3,79	4,87	73,43	11,85	10,87 ± 1,28	77,22 ± 1,7	11,85 ± 0,42

TABLEAU 50

ANALYSE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES ACIDES GRAS TOTAUX DE LA GRAISSE BRUNE DU LEROT AU COURS DU CYCLE ANNUEL

Epoque	N° Lérot	Etat des animaux	$C_{16:0}$ %	$C_{16:1}$ %	$C_{18:0}$ %	$C_{18:1}$ %	$C_{18:2}$ %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
		Endormis à 6°								
MARS	159	"	6,1	8,3	2,9	73,5	9,2	9	81,8	9,2
	165	"	6	4,4	3,9	73,4	12,3	9,9	77,8	12,3
	202	"	7,1	2,12	6,2	74,46	10,10	13,3	76,58	10,10
	171	"	4,81	4,55	3,29	75,19	12,15	8,10	79,74	12,15
	157	"	7,50	5,1	4,95	70,8	11,65	12,45	75,90	11,65
	172	"	5,94	3,5	5,18	73,17	12,19	11,12	76,67	12,19
	173	"	5,63	4,38	5,63	73,39	10,95	11,26	77,77	10,95
	199	"	7,91	3,39	6,21	68,36	14,12	14,12	71,75	14,12
	197	"	6,83	2,28	5,92	72,89	12,07	12,75	75,17	12,07
	211	"	10,52	6,58	5,48	74,12	3,29	16	80,7	3,29
	212	"	9,66	3,60	4,97	66,29	15,47	14,63	69,89	15,47
	208	"	4,73	3,29	3,50	70,37	18,11	8,23	73,66	18,11
	207	"	9,92	4,96	5,78	65,28	14,04	15,70	70,24	14,04
	167	"	5,88	2,35	6,47	76,47	8,82	12,35	78,82	8,82
Groupe 8		Moyennes	7,04	4,20	5,03	71,98	11,75	12,06 ± 0,69	76,18 + - 0,99	11,75 + - 0,7
		Réveillés à 6°								
MARS	166	"	3,8	2,8	3,2	75,3	14,9	7	78,1	14,9
	170	"	7,1	5,2	7	67,3	13,3	14,1	72,1	13,3
Groupe 10		Moyennes	5,45	4	5,1	71,3	14,1	10,5	75,1	14,1
		Endormis à 15°								
MARS	194	"	6,2	5	3,8	72,2	12,7	10	77,2	12,7
	200	"	6,44	3,39	5,76	64,06	20,33	12,2	67,45	20,33
	195	"	7,87	3,24	4,63	73,15	11,11	12,5	76,39	11,11
	201	"	6,20	3,38	5,07	70,42	14,93	11,27	73,80	14,93
	192	"	7,74	3,52	5,87	70,42	12,44	13,61	73,94	12,44
	203	"	6,98	2,79	5,58	73,49	11,16	12,56	76,28	11,16
Groupe 12		Moyennes	6,90	3,55	5,12	70,62	13,78	12,02 ± 0,5	74,18 ± 1,46	13,78 + - 1,43
		Actifs + jeûne								
JUILLET	2 S	"	12,4	6,2	12,4	54	15	24,8	60,2	15
	1 S	"	8	2,9	10,9	60,6	17,5	18,9	63,5	17,5
	3 S	"	17,5	4,1	9,3	51,5	17,5	26,8	55,6	17,5
	9	"	10,2	3	12,7	63,8	10,2	22,9	66,8	10,2
	10	"	11,7	5,2	9	58,4	157	20,7	63,6	15,7
	205	"	13,1	5,1	13,1	58,8	9,8	26,2	63,9	9,8
	168	"	11,6	5,4	10,2	58,5	14,3	21,8	63,9	14,3
	187	"	8,2	2	11,2	65,3	13,3	19,4	67,3	13,3
Groupe 16		Moyennes	11,59	4,24	11,10	58,86	14,16	22,69 + - 0,93	63 + - 1,51	14,16 + - 1,04
		Hypothermiques + jeûne								
JUILLET	5	"	6,6	3,3	9,3	70,6	10,1	15,9	73,9	10,1
	52	"	11,8	5,1	7,7	64,3	11	19,5	69,4	11
	51	"	11,8	5,9	6,3	68	7,9	18,1	73,9	7,9
	53	"	12,7	4,5	6,5	63,9	12,4	19,2	68,4	12,4
Groupe 17		Moyennes	10,72	4,70	7,45	66,70	10,35	18,17 + - 0,81	71,4 + - 1,45	10,35 + - 0,94

TABLEAU 51

EVOLUTION DES TAUX DU GLUCOSE PLASMATIQUE ET DU GLYCOGENE HEPATIQUE AU COURS DE LA PHASE D'ENDORMISSEMENT ET DE LA PERIODE DE SOMMEIL CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 6°C $\pm$ 1°

N° Lérot	Température rectale	Glucose plasmatique mg°/₀	Glycogène du foie mg p. cent g frais	$\frac{F}{C}$ x 100	Glycogène du foie mg p. cent g vif	Etat de l'animal
181	33°	83	2150	2,8	53,5	Début de sommeil
97/66	29°	77	2950	2,81	82,8	"
52/67	13°5	65	1860	3,15	58,6	"
151/67	13°	64	1517	3,7	56,1	"
136	11°5	68	2580	3,84	99	"
21/67	8°	74	1950	3,12	60,8	"
15/66	7°9	73	1220	2,88	35,2	"
199	7°5	89	1960	2,21	43,3	"
	Moyennes	74 ± 3	2023 ± 195	3,06	61,16	
172	7°	63	2675	2,90	77,5	20 h de sommeil
173	7°	89	2400	2,88	69	"
16/66	6°	72	1440	2,96	42,6	"
54/66	7°	68	1085	2,71	29,4	"
46 S	6°5	64	1710	3,06	52,3	"
142	8°	59	1685	-	-	"
154	7°	68	3560	-	-	"
160 B	7°	65	-	-	-	"
	Moyennes	$68,5 \pm 3,3$	2079 ± 311	2,90	54,16	
197	6°5	50	1850	2,96	54,7	48 h de sommeil
22/66	6°5	75	880	2,80	24,6	"
23/66	6°	64	1850	2,68	49,5	"
72/63	7°	38	4200	3,45	145	"
73/63	7°	37	1460	2,80	41	"
74/63	7°	22	610	3,40	23,8	"
153	7°	75	2780	-	-	"
155	7°	80	2700	-	-	"
41 B	6°5	53	-	-	-	"
140 B	6°5	94	-	-	-	"
215 B	7°	29	-	-	-	"
146 B	7°	57	-	-	-	"
	Moyennes	$56 \pm 6,3$	2041 ± 411	3,01	56,43	
211	7°	50	2260	2,85	65	72 h de sommeil
24/66	6°	84	1345	2,98	40	"
29/66	7°	56	2690	2,45	66	"
213 B	7°	38	1200	2,57	31	
147 B	7°5	37	570	4,36	24,8	"
143 B	6°5	34	835	3,80	32	"
B_2	6°	47	1620	3,66	59,3	"
212	7°	60	-	-	-	"
50 B	6°	68	-	-	-	"
108 B	6°8	41	-	-	-	"
8/62	7°5	-	1020	-	-	"
	Moyennes	$51 \pm 4,7$	1442 ± 254	3,24	45,44	

TABLEAU 52

EVOLUTION DES TAUX DU GLUCOSE PLASMATIQUE ET DU GLYCOGENE HEPATIQUE AU COURS DE LA PHASE D'ENDORMISSEMENT ET DE LA PERIODE DE SOMMEIL CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 6°C ± 1.

N° Lérot	Température rectale	Glucose plasmatique mg %	Glycogène du foie mg p. cent g frais	$\frac{F}{C}$ x100	Glycogène du foie mg p. cent g vif	Etat de l'animal
202	6°	36	1695	2,5	42,4	5 jours de sommeil
208	6°	33	2050	3,23	66,2	"
207	6°	74	1850	3,10	57,4	"
29 S	6°	15	540	3,82	21,9	"
50 S	6°	30	772	3,27	25,2	"
A	6°5	-	3090	3,60	111,2	"
B	6°5	-	2300	3,75	86,2	"
31	6°5	23	1400	2,90	40,6	"
	Moyennes	35 ± 8,3	1712 ± 290	3,27	56,38	
159	6°5	18	1380	2,1	29	7 jours de sommeil
165	6°5	27	1440	1,95	28,1	"
177 B	6°5	18	2150	3.42	73,5	"
208 B	6°5	20	942	2,75	26,8	"
128 B	8°	32	775	3,95	36	"
65 B	7°	17	940	2,90	27,2	"
184 B	7°5	41	875	2,65	23,2	"
89/66	6°5	34,5	2130	2,57	54,6	"
19/66	7°	34,5	955	2,83	27	"
170	6°5	22	-	-	-	"
166	7°	14	-	-	-	"
	Moyennes	25 ± 2,7	1287 ± 178	2,78	36,15	
157	7°	22	1835	2,40	44	11 jours de sommeil
133 B	6°5	36	2900	2,99	86,6	"
12/62	6°5	17	2600	3,3	85,8	"
171	7°	22	760	2,40	18,25	"
161 B	6°5	27	165	2,65	4,37	"
84 B	6° 75	21	440	3,06	13,5	"
22/62	7°	10	1430	3	43	"
11/62	6°	10	1900	3	43	"
141	8°	10	-	-		"
	Moyennes	19,5 ± 2,9	1503 ± 351	2,83	42,21	

TABLEAU 53

EVOLUTION DES TAUX DU GLUCOSE PLASMATIQUE ET DU GLYCOGENE HEPATIQUE AU COURS DES REVEILS PROVOQUES OU SPONTANES CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 6°C ± 1°C

N° Lérot	température rectale	Glucose plasmatique mg °/₀	Glycogène du foie mg p. cent g frais	$\frac{F}{C}$ x100	Glycogène du foie mg p. cent g vif	Etat de l'animal
						Animaux endormis depuis :
B_2	6°	47	1620	3,66	59,3	3 j
208	6°	33	2050	3,23	66,2	4 j + 17 h
202	6°	36	1695	2,50	42,4	4 j
157	6°	22	1835	2,40	44	9 j + 12 h
29/66	6°	56	2690	2,44	65,6	3 j
184 B	7°	41	875	2,65	23	6 j 1/2 de S.
110 B	7°	14	2660	2,87	75,40	
133 B	6°5	36	2900	2,99	86,7	10 j + 8 h
177 B	6°5	18	2150	3,42	73,5	8 j
147 B	7°	37,5	570	4,36	24,85	2 j 1/2
	Moyennes	34 ± 3,6	1904 ± 240	3,05	50,09	
						Durée de réchauffement
160	15°	40	2165	2,50	54,1	45 mn
55	16°	30	995	2,17	21,6	1 h
58	16°5	65	1480	2,62	38,8	1 h
113 B	16°	31,5	2360	2,87	67,8	35 mn
193 B	17°	12	1895	2,61	49,40	30 "
44 B	16°5	50	2470	2,34	57,80	30 "
205 B	15°5	36	3020	2,69	78,40	25 "
174 B	15°	24	1310	3,03	39,70	33 "
130 B	16°5	19	845	2,14	18,1	30 "
132 B	15°5	23	2320	2,55	59,2	30 "
120 B	15°	40	1630	2,73	44,5	25 "
210 B	15°	45	2060	2,96	61	30 "
176 B	16°5	44	470	3,32	15,6	-
199 B	15°5	66	2780	2,80	77,8	25 "
79 B	16°	16	2340	3,40	79,50	20 "
173 B	15°	26	720	2,72	19,60	30 "
162 B	15°	16	1770	2,83	50	30 "
114 B	15°	31	2035	2,85	58	30 "
163 B	15°5	12	1530	2,67	40,8	32 "
	Moyennes	32 ± 3,7	1800 ± 162	2,73	49,03	
192 B	28°	46	815	1,45	11,60	45 mn
156 B	28°5	77	97	2,66	2,60	45 "
157 B	29°	75	508	2,56	13	47 "
185 B	30°5	79	565	2,47	13,95	-
175 B	30°	62	2410	2,29	55,2	47 "
141 B	30°	81	415	3,64	15,1	-
116 B	30°	75	-	-	-	45 "
19 B	30°	81	-	-	-	45 "
198 B	30°	92	-	-	-	45 "
	Moyennes	74 ± 4,4	802 ± 336	2,51	18,57	

TABLEAU 54

EVOLUTION DES TAUX DU GLUCOSE PLASMATIQUE ET DU GLYCOGENE HEPATIQUE AU COURS DES REVEILS PROVOQUES OU SPONTANES CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 6°C ± 1°C

N° Lérot	Température rectale	Glucose plasmatique mg °/₀	Glycogène du foie mg p. cent g frais	$\frac{F}{C}$ x100	Glycogène du foie mg p. cent g vif	Etat de l'animal
59	31°	130	750	2, 2	16, 5	3 h
141	33°5	129	217	2, 33	5, 1	1 h 30
28	34°	98	1620	3, 23	52, 3	1 h 30
110	35°	85	445	2, 65	11, 8	1 h 30
57	35°	110	470	2, 9	13, 6	2 h 40
78	35°	110	455	2, 2	10	3 h
	Moyennes	$110 \pm 7, 2$	660 ± 204	2, 58	18, 21	
107	36°	107	330	2, 40	8	1 h 15
108	36°	98	1190	4, 03	48	2 h
92/67	37°	112, 5	1080	3, 78	40, 8	2 h 30
4 S	37°	75	1205	2, 71	32, 6	2 h 30
73	36°	88	1900	2, 67	50, 7	3 h
166	37°	95	1060	2, 67	28, 3	3 h 30
98	36°		1225	2, 40	29, 4	3 h 30
	Moyennes	$96 \pm 5, 5$	1141 ± 173	2, 95	33, 97	
143/67	36°	88	1075	2, 97	31, 9	6 h de réveil
142/67	36°5	99	1040	4, 5	46, 9	"
146	36°	95	327	3, 1	10	"
145	37°5	108	1090	3, 42	37, 2	"
144	38°	131	372	2, 85	10, 6	"
74	35°5	99	2370	2, 71	64, 2	"
147/67	35°	80	1580	3, 08	48, 6	"
148/67	36°5	109	1570	2, 54	39, 9	"
149/67	36°	89	940	3, 58	33, 6	"
150	36°	104	1400	2, 97	41, 5	8 h
152	36°	108	1186	2, 54	30, 1	8 h
76	36°	102	4880	2, 56	124, 9	9 h
	Moyennes	$100 \pm 3, 8$	1486 ± 346	3, 07	43, 28	

Durée du réchauffement

TABLEAU 55

ETUDE DES VARIATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS PLASMATIQUES ET TISSULAIRES CHEZ LE LEROT, AU COURS DE REVEILS PROVOQUES A 6°C ± 1° (Expériences réalisées pendant la première partie de l'hibernation).

N° Lérot	Température		PLASMA Valeurs en mg p. cent ml				FOIE	COEUR	MUSCLE
							Valeurs en mg p. cent g frais		
	ambiante	rectale	Glucose	Acide lactique	Acides gras libres	Glycérol	Glycogène	Glycogène	Glycogène
Animaux endormis									
48 B	6°	6°5	82	6	14	-	2440	940	365
66 B	"	"	31	5,5	22	2,4	1540	575	538
83 B	"	"	63	4	17	1,85	1535	630	420
209 C	"	"	75	5,5	28	2,5	1365	372	260
248 C	"	"	70	11,5	18	2,3	-	662	-
294 C	"	"	44	5,5	24	1,8	-	1100	400
224 C	"	"	68	7,5	21,5	1	-	875	322
362 C	"	"	36	7,5	32	2,7	-	-	-
85 B	"	"	51	9	27	2,1	-	-	-
281 C	"	"	56	7,8	37	1,7	-	-	-
147 C	"	"	-	15,7	29	-	-	-	-
172 C	"	"	39	8,5	15,5	2,5	-	-	-
187 C	"	"	41	9	22,5	2,1	-	-	-
	Moyennes		54,6 ± 4,86	7,9 ± 0,85	23,65 ± 1,9	2,08 ± 0,14	1720 ± 243	636 ± 93	384 ± 38
5 minutes de Réchauffement									
185 C	6°	6°5	46	9	30	2,9			
268 C	"	"	36,5	16,5	30	4,7			
270 C	"	"	35,5	15,7	57	4,7			
106 C	"	"	60	7,5	14	3,6			
260 C	"	"	33,5	9,7	25	3,4			
	Moyennes		42,3 ± 4,93	11,68 ± 1,9	31,20 ± 7	3,86 ± 0,35			
10 minutes de Réchauffement									
304 C	6°	8°	46	12,7	89	9,2			
219 C	"	7°5	68	14,6	68,5	7,2			
105 C	"	7°5	45	14,6	70	6,4			
180 C	"	8°	63	23	70	10,2			
49 C	"	7°	20	8,5	14,6	3,5			
	Moyennes		48,40 ± 8,4	14,7 ± 2,36	62,4 ± 12,6	7,3 ± 1,2			
15 minutes de réchauffement									
50 C	6°	8°5	23	9,3	19,5	4,2			
129 C	"	8°5	22	17	65	13,3			
291 C	"	8°	66	18,5	103	17,6			
317 C	"	8°5	27,5	17	94,5	17,6			
125 C	"	8°	20,5	14,5	83	10,4			
	Moyennes		31,8 ± 8,65	15,26 ± 1,62	73 ± 14,85	12,62 ± 2,51			
40 minutes de Réchauffement									
187 B	6°	10°	51	24,5	65	21,5	2650	378	473
11 B	"	11°	58	22,5	99	27	1250	487	245
13 B	"	15°	23	35	62	47	1440	520	120
396 C	"	16°	75	83	95	59	1585	-	324
249 C	"	15°	18,5	46	106	36		252	-
274 C	"	18°	44	34	94,5	43		163	173
223 C	"	16°	50	57	60	54		465	335
206 C	"	15°	22	35	103	39			
278 C	"	12°	59	74	115	49			
327 C	"	15°	44	78	67	43			
44 C	"	16°	60	28	52	29			
115 C	"	15°	67	100	60	54			
	Moyennes		47,6 ± 5,3	51,4 ± 7,7	81,5 ± 6,5	41,8 ± 3,38	1731 ± 313	377 ± 58	278 ± 52

TABLEAU 56

ETUDE DES VARIATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS PLASMATIQUES ET TISSULAIRES CHEZ LE LEROT, AU COURS DE REVEILS PROVOQUES A 6°C ± 1° (Expériences réalisées pendant la première partie de l'hibernation).

N° Lérot	Température		PLASMA Valeurs en mg p. cent ml				FOIE	COEUR	MUSCLE
							Valeurs en mg p. cent g frais		
	ambiante	rectale	Glucose	Acide lactique	Acides gras libres	Clycérol	Glycogène	Glycogène	Glycogène
60 minutes de réchauffement									
246 C	6°	28°	42	66	32	21,5	793	64	76
32 B	"	34°5	42	128	24	20	184	102	166
173 C	"	35°	130	72	45	7,5	462	90	148
346 C	"	29°	82	122	35	35	450	175	230
87 C	"	27°	58	94	32	42	-	200	-
323 C	"	27°	59	67	29	42	-	240	249
93 C	"	28°	56	100	21	23	-	115	141
237 C	"	29°	107	124	54	29	-	-	-
298 C	"	28°	56	93	36	14	-	-	-
Moyennes			70,2 ± 10	96,3 ± 8,2	34,2 ± 3,4	26 ± 4	472 ± 124	140 ± 24	168 ± 26
Animaux réveillés depuis 5 h									
166 B	6°	37°5	96	97	15	9	700	15	314
69 C	"	36°	106	78	16	9	740	33	127
333 C	"	37°	98	90	18	9,2	685	54	268
339 C	"	37°	113	67	33	6,5	1860	59	206
265 C	"	37°	110	82,5	26	6,2		15	
238 C	"	37°	134	62	31	5,3		61	237
94 C	"	37°	112	50	33	5,2		11	375
247 C	"	39°5	152	118	17,5	3,7			
311 C	"	36°5	83	65	15	5,4			
118 C	"	37°	140	105	21	9			
264 C	"	37°	89	64	29	2,8			
107 C	"	37°	90	59	30	4,2			
108 C	"	37°	99	66	48,5	7,1			
Moyennes			109,4 ± 5,8	77,15 ± 5,6	24,85 ± 2,7	6,35 ± 0,6	996 ± 288	35 ± 8	254 ± 35
Animaux en début de sommeil hypothermique									
269 C	6°	9°5	74	5	20	2,7			
177 C	"	9°5	76	5	10	2,3	2285	1160	528
163 C	"	7°	54	6	17	3	1200	830	286
376 C	"	7°	61	4	27	3,5	525	600	197
6 C	"	6°5	67	3,5	23	3,5	780	480	394
401 C	"	7°	67	5,5	16	2,2	2340	840	476
220 C	"	7°	68	4,5	24	2,9	2630	850	286
348 C	"	6°	71	5	26	4,6	1230		
319 C	"	7°	65	5,3	19	3,7			
Moyennes			67 ± 2,25	4,9 ± 0,25	20,2 ± 1,8	3,15 ± 0,25	1570 ± 316	793 ± 96	396 ± 53

TABLEAU 57

ETUDE DES VARIATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS PLASMATIQUES ET TISSULAIRES CHEZ LE LEROT, AU COURS DE REVEILS PROVOQUES A 6°C ± 1° (Expériences réalisées en fin d'hibernation).

N° Lérot	Température Ambiante	Température rectale	PLASMA Valeurs en mg p. cent ml Glucose	Acide lactique	Acide pyruvique	Acides gras libres	FOIE Valeurs en mg p. cent g frais Glycogène	COEUR Glycogène	MUSCLE Glycogène
Animaux endormis									
41 C	6°	6°	40	4,7	0,38	17	2810	945	775
252 C	"	6°	47,5	1,6	0,45	14	830	770	655
165 C	"	6°	77	4,8	0,28	18	-	590	625
258 C	"	7°	80	3,9	0,33	28	1660	605	405
222 C	"	6°	59	1,4	0,22	23	1685	670	595
	Moyennes		60,7 ± 7,9	3,28 ± 0,74	0,33 ± 0,033	20 ± 2,5	1746 ± 406	716 ± 66	609 ± 130
15 minutes de réchauffement									
302 C	6°	8°	48	7,75	0,49	80	1100	-	660
305 C	"	7°5	27	8,55	0,54	81	900	325	590
16 C	"	8°	22	13,8	0,59	63	-	650	535
285 C	"	9°5	27	23,5	0,80	64	3555	600	550
200 C	"	9°	60	17	0,84	46	2460	600	740
	Moyennes		36,8 ± 7,3	14,12 ± 2,9	0,65 ± 0,07	66,8 ± 6,46	2004 ± 622	544 ± 74	615 ± 96
40 minutes de réchauffement									
404 C	6°	9°	30	32	1,27	103	795	110	425
149 C	"	11°	55	36	1,51	97	980	230	490
117 C	"	15°	35	37	1,90	69	277	208	85
186 C	"	16°5	22	30	1,57	48	680	300	195
75 C	"	14°5	61,5	22	1,20	75	1000	488	280
	Moyennes		40,7 ± 7,5	31,4 ± 2,68	1,49 ± 0,2	78,4 ± 9,96	746 ± 131	267 ± 63	295 ± 74
60 minutes de réchauffement									
259 C	6°	32°	24	118	2,56	20	1180	177	205
179 C	"	32°5	70	83,5	2,25	21,5	635	143	155
325 C	"	32°5	50	82	2,56	36	515	100	120
271 C	"	32°	60	77,5	2,13	28	250	230	250
324 C	"	30°	57	85	1,83	29	50	230	170
	Moyennes		52,2 ± 7,8	89,2 ± 7,3	2,26 ± 0,14	26,9 ± 2,9	526 ± 193	176 ± 25	180 ± 22
Animaux réveillés depuis 6 h									
242 C	6°	37°	100	62,5	2,27	30	200	166	195
243 C	"	36°5	103	97	2,30	28	260	66	30
66 C	"	35°	100	78	2,23	11	1100	365	195
253 C	"	36°5	115	58	1,90	16,5	850	293	193
51 C	"	36°5	108	106,5	2,14	23	265	205	95
199 C	"	38°	114	90	2,10	14	1080	75	126
	Moyennes		106,6 ± 2,75	82 ± 7,9	2,15 ± 0,06	20,4 ± 3,18	626 ± 176	195 ± 48,6	139 ± 28
Animaux en début de sommeil hypothermique									
78 C	6°	7°25	70	2	0,49	30	780	600	370
132 C	"	7°	44	4,15	0,53	21	708	780	373
299 C	"	8°	48	6,9	0,36	18	3080	670	640
79 C	"	8°	58	1,5	0,15	20	2000	765	280
	Moyennes		55 ± 6	3,63 ± 1,22	0,38 ± 0,08	22,25 ± 2,65	1642 ± 437	704 ± 42	416 ± 77

TABLEAU 58

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DE LA PERIODE DE SOMMEIL CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 15°C ± 1°

N° Lérots	Température rectale	Plasma	Foie			Etat des animaux
		Glucose mg p.100 ml	Glycogène mg p. cent g frais	$\frac{F}{C}$ x 100	Glycogène mg p.cent g vif	
						Animaux endormis depuis :
194	15°	36,5	1360	2,23	30,3	6 h en moyenne.
200	16°5	33	1225	3,12	38,2	"
181	15°	83	2140	-	-	"
105 B	24°	53	1780	2,25	40,05	"
73 B	18°	40	1184	2,03	24,03	"
63 B	20°	88	928	1,74	16,14	"
72 B	14°	54	1040	2,72	28,28	"
139 B	16°	49	2315	2,08	48,15	"
	Moyennes	54,5 ± 7,3	1498 ± 184	2,31	32,16	
						Endormis depuis 12 h en moyenne :
156	15°	15	1500	-	-	"
183	15°	39	1844	-	-	"
191	15°	26	1900	2,90	55,1	"
203	14°5	48	1630	2,80	45,64	"
62 B	17°5	47	1583	2,50	39,57	"
189 B	15°5	45	1570	2,23	35,01	"
14 B	14°	56	1210	2,40	29,04	"
100 B	15°5	33	1045	2,83	29,57	"
158 B	15°5	21	1250	2,68	35,50	"
	Moyennes	37 ± 4,6	1503 ± 96	2,62	38,20	
						Endormis depuis 30 h en moyenne :
103 B	15°	41	1765	3,50	61,77	"
54 B	16°	39	1355	3,10	42	"
194 B	16°	10	520	2,77	14,3	"
70 B	16°	19	-	3,10		"
55 B	14°	17c	1225	3,13	38,3	"
12	15°5	40	-	2,29		"
145	16°	19	1620	-		"
143	16°	48	1890	-		"
101 B	15°5	42	1704	2,86	48,73	"
100	15°5	37	1285	2,42	31,09	"
	Moyennes	31 ± 4,2	1420 ± 154	2,90	39,36	

TABLEAU 59

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DE LA PERIODE DE SOMMEIL CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 15°C ± 1°

N° Lérots	Température rectale	Plasma	Foie			Etat des animaux
		Glucose mg p. 100 ml	Glycogène mg p. cent g frais	F x 200 / P	Glycogène mg p. cent g vif	
						Endormis depuis 48 h en moyenne
11	16°	46	-	-	-	"
94	14°5	46	-	-	-	"
144	16°	37	1800	-	-	"
182	15°	8	1080	-	-	"
66	15°	14	-	-	-	"
67	15°	52	1450	4,6	66,7	"
68	15°	40	-	-	-	"
77	15°	20	-	-	-	"
201 B	15°	39	1085	2,43	26,36	"
97 B	15°5	35	1605	2,70	43,33	"
78	15°	14	-	-	-	48 h de sommeil
127 B	15°5	17	-	-	-	"
	Moyennes	30 ± 4,4	1404 ± 142			
						Endormis depuis 85 h en moyenne
192	14°5	17	1550	3,91	60,6	"
95	14°	45	1570	3,92	61,5	"
195	15°5	18	364	2,40	87,3	"
201	15°	21	1350	-	-	"
181 B	14°	26	1125	2,76	31,05	"
27 B	15°5	25	910	2,43	22,1	"
88 B	14°	50	650	3,06	19,8	"
121/67	16°5	12	1035	2,64	27,3	"
122/67	16°5	10	643	4,08	26,2	"
95 B	15°5	11	518	2,38	12,3	"
	Moyennes	19 ± 2	971 ± 131	3,06	38,68	

TABLEAU 60

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DES REVEILS PROVOQUES OU SPONTANES CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 15°C ± 1°C

N° Lérots	Température rectale	Plasma	Foie			Etat des animaux
		Glucose mg p. 100 ml	Glycogène mg p. cent g frais	$\frac{F}{C} \times 100$	Glycogène mg p. cent g vif	
26 B	14°5	36, 5	1027	2, 96	30, 40	Animaux privés de nourriture, endormis depuis 13 h
88 B	14°	50	650	3, 06	19, 89	5 j + 4 h
181 B	14°	26	1125	2, 76	31, 05	3 j + 12 h
55 B	14°	17	1225	3, 13	38, 34	30 h
14/67	16°	15	1610	2, 6	41, 86	-
27 B	15, 5	25	910	2, 43	22, 11	-
57/67	16	20	-	-	-	-
53/67	15, 5	12, 5	-	-	-	-
65/67	16, 5	10	-	-	-	-
19/67	15, 5	33	-	-	-	-
61/67	15, 5	23	-	-	-	-
62/67	16, 5	32	-	-	-	-
46/67	16	16	-	-	-	-
55/67	15, 5	26, 5	-	-	-	-
194 B	16	10	520	2, 77	14, 40	24 h
95 B	15	11	518	2, 38	12, 32	61 h
158 B	15, 5	21, 5	1250	2, 68	32, 30	13 h
66/58	15	31	920	2, 65	24, 40	-
70 B	16	18, 5	-	-	-	14 h
127 B	15, 5	17	-	-	-	42 h
145	16	19	1620	-	-	34 h
144	16	37, 5	1800	-	-	46 h
143	16	48	1890	-	-	32 h
156	15	15	1500	-	-	12 h
183	15	39	1844	-	-	10 h
182	15	8	1080	-	-	54 h
191	14, 5	26	1900	2, 90	55, 1	10 h
194	15	36, 5	1360	2, 23	30, 3	5 h
200	16°5	33	1225	3, 12	38, 2	5 h
195	15°5	18	364	2, 40	8, 7	3 j + 12 h
201	15°	21	1350	-	-	3 j + 12 h
192	14, 5	17	1550	3, 91	60, 6	3 j
203	15	48	1630	2, 80	45, 6	10 h
121/67	16°5	12	1035	2, 64	27, 3	60 h
122/67	16°5	10	643	4, 08	26, 2	52 h
	Moyennes	$24^{+}_{-}2$	$1221^{+}_{-}91$	2, 86	31, 05	Durée du réchauffement
35/67	21°	87, 5	730	2, 80	20, 44	15 mn
53/67	18, 5	26	1090	4, 25	46, 32	15 mn
65/67	20°	91	390	2, 66	10, 37	15 mn
19/67	20°	36	2250	2, 54	57, 15	15 mn
61/67	20, 5	42, 5	860	2, 7	23, 22	"
62/67	20°	51	1380	2, 79	38, 50	"
46/67	21°	38	785	2, 82	22, 14	"
55/67	22°	36, 5	870	2, 65	23, 05	"
15/68	21°	39	555	2, 58	14, 31	"
33/68	20°	23	1280	2, 76	37, 35	"
39/67	17°	50	540	3, 06	16, 52	"
126 B	19, 5	36	2080	1, 88	39, 10	"
39 B	17, 5	41	1845	2, 45	45, 20	"
	Moyennes	$46^{+}_{-}5, 75$	$1127^{+}_{-}168$	2, 76	30, 28	

TABLEAU 61

EVOLUTION DES GLUCIDES TISSULAIRES AU COURS DES REVEILS PROVOQUES OU SPONTANES CHEZ DES LEROTS HIBERNANT A 15°C ± 1°C

N° Lérots	Température rectale	Plasma	Foie			Etat des animaux
		Glucose mg p.100 ml	Glycogène mg p.cent g frais	$\frac{F}{C} \times 100$	Glycogène mg p.cent g vif	
						durée du réchauffement :
153 B	29°	52	126	1,97	2,48	30 mn
17 B	32°5	66	402	2,65	10,65	"
34 B	28°5	40	-	-	-	"
68 B	31°5	76	375	2,4	9,00	"
29 B	30°5	77,5	336	2,2	7,39	"
20 B	28°5	43	1515	2,4	36,36	"
16 B	31°	53,5	245	2,1	5,14	"
149 B	29°5	59	810	1,85	14,98	"
212 B	30°5	50	285	2,08	5,93	"
61 B	29	45	195	2,63	5,13	"
57/67	30°5	67	484	3,55	17,18	"
200 B	28°	40	1280	2,52	32,25	"
92 B	28°5	40	257	1,32	3,39	"
87 B	29°	74	1210	2,39	28,95	"
59 B	30°	126	835	2,77	23,10	"
30/68	33°5	51	700	3,02	21,15	"
69 B	29°	70	445	-	-	"
	Moyennes	$60,5 \pm 5,2$	593 ± 106	2,39	14,87	
42 B	35°	104	130	2,18	2,83	60 mn
21 B	37°5	148	496	2,6	12,90	"
34/67	37°5	76	920	2,59	23,83	"
106 B	35°	83,5	397	2,30	9,13	"
58/67	35°	81	945	2,20	20,79	"
28/67	34°5	100	380	2,87	10,90	"
38 B	34°5	112	272	2,58	7,02	"
	Moyennes	$100,5 \pm 9,3$	506 ± 118	2,47	12,48	
						réveillés depuis :
	35°	74,5	1270	2,86	36,32	5h
124 B	37°	82	1050	2,30	24,15	"
71 B	37°5	55	-	-	-	"
152 B	38°	84	370	1,80	6,66	"
28 B	38°	100	-	-	-	"
155 B	36°	91	2050	1,55	31,77	"
148 B	36°	100	1500	2,5	37,50	"
211 B	37°5	84	600	1,88	11,28	"
24 B	39°	93	1435	2,53	36,30	"
195 B	38°5	91	630	2,62	16,50	"
86 B	35°	55	535	2,38	12,73	"
57 B	37°	108	-	-	-	"
164 B	37°	78	1070	2,51	26,85	"
123 B	37°	121	1130	2,42	27,60	"
56 B	37°5	92,5	530	2,77	14,70	"
204 B	36°5	96	275	2,39	6,57	"
209 B	35°5	84	800	2,96	23,65	"
	Moyennes	$87,5 \pm 4$	946 ± 134	2,39	22,32	

TABLEAU 62

EVOLUTION DU TAUX DES ACIDES GRAS LIBRES PLASMATIQUES CHEZ LE LEROT AU COURS DE REVEILS PROVOQUES A 15°C ± 1°
(hibernation 67-68)

ETAT DES ANIMAUX														
Endormis à 15°C ± 1°			15 mn de réchauffement			30 mn de réchauffement			60 mn de réchauffement			Réveillés depuis 5 h		
N° Lérot	t° rectale	Acides gras libres mg °/₀ ml	N° Lérot	t° rectale	Acides gras libres mg °/₀ml	N° Lérot	t° rectale	Acides gras libres mg °/₀ml	N° lérot	t° rectale	Acides gras libres mg °/₀ ml	N° Lérot	t° rectale	Acides gras libres mg °/₀ ml
26 B	14°5	20	35/67	21°	55	153 B	29°	49	42 B	35°	32	31/67	35°	23
181 B	14°	45	63/67	18°5	63	17 B	32°5	49	21 B	37°5	32	71 B	37°5	42
55 B	14°	46	65/67	20°	40	34 B	28°5	38	34/67	37°5	49	152 B	38°	46
14/67	16°	35	19/67	20°5	68	68 B	31°5	35	106 B	35°	25	28 B	38°	26
27 B	15°5	25	61/67	20°5	41	29 B	30°5	41	58/67	35°	40	148 B	36°	38
57/67	16°	22	62/67	20°	69	20 B	28°5	33	28/67	34°5	42	211 B	37°5	41
194 B	16°	30	46/67	21°	74	16 B	31°	30	38	34°5	30	195 B	38°5	36
95 B	15°	43	55/67	22°	65	149 B	29°5	30				86 B	35°	34
158 B	15°5	33	15/68	21°	67	61 B	29°	45				57 B	37°	22
66/68	15°	15	33/68	20°	69	57/67	30°5	46				164 B	37°	15
70 B	16°	25	126 B	19°5	60	200 B	28°	35				123 B	37°	34
			39 B	17°5	48	92 B	28°5	59				204 B	36°5	29
						87 B	29°	30				209 B	35°5	34
						59 B	30°	25						
						30/68	33°5	25						
						69 B	29°	38						
Moyennes		30, 8 ± 3, 2			60 ± 3,7			38 ± 2,4			35, 7 ± 3, 1			32, 3 ± 2, 5

CONSOMMATIONS D'OXYGENE PRESENTEES PAR 5 TISSUS PRELEVES CHEZ DES LEROTS DANS DIFFERENTS ETATS PHYSIOLOGIQUES (Comparaison avec le Rat)

Température du bain d'incubation.	HIBERNATION animaux privés de nourriture										Réveil vernal animaux nourris				Vie active		Rat	
	Endormis t° rec 6°c		Endormis t° rec 16°		En cours de réchauffement t° rec 16° 6° → 16°		t° rec 30° 6° → 30°		t° rec 30° 16° → 30°		Réveillés t° rec 37°		Réveillés t° rec 37°		En cours de réveil t° rec 16°		Actifs t° rec 37°			
											CERVEAU									
37°	5800	(2)	5050	(2)	5510 ± 471	(4)	4935	(2)	4940	(3)	4860 ± 260	(5)	5000	(2)	6500	(2)	5735	(2)	4463	(3)
27°	3350	(2)	2965	(3)	3180 ± 263	(4)	3225	(2)	3080	(2)	3020 ± 190	(4)	3420	(2)	3470	(2)	3485	(2)	3475	(3)
16°	1770	(2)	1500	(2)	1530 ± 122	(4)	1550	(2)	1740	(2)	1445 ± 94	(4)	1510	(2)	2240	(2)	1810	(2)	1759	(3)
6°	960	(2)	1075	(2)	880 ± 87	(4)	880	(3)	840	(2)	850 ± 29	(4)	1300	(2)	1220	(2)	1125	(2)	769	(3)
											FOIE									
37°	4120	(2)	4675	(2)	3950 ± 435	(4)	3920	(2)	3885	(3)	3730 ± 360	(4)	6470	(2)	5300	(2)	6620	(2)	3268	(3)
27°	2550	(2)	3115	(3)	2845 ± 361	(4)	3025	(2)	3330	(2)	2430 ± 361	(4)	5125	(2)	5085	(2)	3465	(2)	2658	(3)
16°	1820	(2)	1350	(2)	1360 ± 52	(4)	1455	(2)	1805	(2)	1180 ± 76	(4)	2115	(2)	2380	(2)	2200	(2)	1526	(3)
6°	625	(2)	620	(2)	535 ± 96	(4)	555	(3)	575	(2)	790 ± 54	(4)	810	(2)	1125	(2)	1080	(2)	695	(3)
											COEUR									
37°	1380	(2)	1725	(2)	1585 ± 68	(4)	1495	(2)	1405	(3)	1100 ± 53	(6)	1280	(2)	1990	(2)	2000	(2)	1068	(2)
27°	1630	(2)	1760	(3)	1740 ± 94	(4)	1475	(2)	1510	(2)	1270 ± 67	(4)	1590	(2)	1910	(2)	2040	(2)	1687	(2)
16°	1280	(2)	990	(2)	1510 ± 152	(4)	1060	(2)	1415	(2)	1120 ± 69	(4)	1000	(2)	1475	(2)	1630	(2)	1325	(3)
6°	565	(2)	730	(2)	950 ± 35	(4)	765	(3)	855	(2)	635 ± 28	(4)	680	(2)	960	(2)	1115	(2)	423	(2)
											GRAISSE BRUNE									
37°	2380	(2)	1725	(2)	3015 ± 212	(4)	2130	(2)	3070	(3)	1980 ± 71	(6)	1860	(2)	3170	(2)	4235	(2)		
27°	2420	(3)	1575	(3)	3260 ± 306	(4)	1856	(2)	2300	(2)	1660 ± 286	(4)	2750	(2)	3660	(2)	2360	(2)		
16°	1375	(2)	1390	(2)	2260 ± 145	(4)	1500	(2)	1650	(2)	1055 ± 143	(4)	2025	(2)	1790	(2)	2300	(2)		
6°	570	(2)	530	(2)	1550 ± 194	(4)	900	(3)	990	(2)	480 ± 38	(4)	1120	(2)	1030	(2)	1215	(2)		
											REIN									
37°	8050	(2)	10000	(2)	9920 ± 563	(4)	7830	(2)	8200	(2)	8880 ± 260	(2)	13860	(2)	13000	(2)	9760	(2)	7000	(2)
27°	5725	(2)	5640	(3)	6185 ± 71	(4)	6110	(2)	6045	(2)	6160 ± 622	(4)	9200	(2)	10650	(2)	7175	(2)	5862	(2)
16°	3050	(2)	3140	(2)	3750 ± 115	(4)	3310	(2)	3315	(2)	3515 ± 186	(4)	4360	(2)	6000	(2)	4015	(2)	3825	(3)
6°	1300	(2)	1330	(2)	1580 ± 158	(4)	1300	(3)	1315	(2)	1650 ± 50	(4)	2170	(2)	2310	(2)	2160	(2)	1305	(2)

Les $Q\,O_2$ ($\mu l\ O_2$ / mg tissu sec) ont été enregistrées à 4 températures d'incubation (6°C, 16°C, 27°C, 37°C). Les résultats sont relatifs aux 60 premières minutes d'incubation.

TABLEAU 63

TABLEAU 64

CONSOMMATIONS D'OXYGENE PRESENTEES PAR 5 TISSUS PRELEVES CHEZ DES LEROTS DANS DIFFERENTS ETATS PHYSIOLOGIQUES (Comparaison avec le Rat)

Température du bain d'incubation	HIBERNATION animaux privés de nourriture										Réveil vernal animaux nourris				Vie active		Rat	
	Endormis t° rec 6° c		Endormis t° rec 16°		En cours de réchauffement t° rec 16° 6° → 16°		t° rec 30° 6° → 30°		t° rec 30° 16° → 30°		Réveillés t° rec 37°		Réveillés t° rec 37°		En cours de réveil t° rec 16°		Actifs t° rec 37°			
								CERVEAU										
37 °	6200	(2)	5100	(2)	5769 ± 396	(4)	4950	(2)	4565	(3)	5324 ± 154	(5)	5282	(2)	7000	(2)	6077	(2)	4100	(3)
27 °	3665	(2)	3184	(3)	3526 ± 362	(4)	3655	(2)	3314	(2)	3368 ± 250	(4)	3464	(2)	3892	(2)	4125	(2)	3125	(3)
16 °	2080	(2)	2056	(2)	1780 ± 151	(4)	1761	(2)	1944	(2)	1767 ± 145	(4)	1825	(2)	2946	(2)	2155	(2)	1825	(3)
6 °	1324	(2)	1310	(2)	1135 ± 130	(4)	1128	(3)	1068	(2)	1090 ± 32	(4)	1449	(2)	1647	(2)	1551	(2)	914	(3)
								FOIE										
37°	4960	(2)	5525	(2)	4680 ± 431	(4)	4666	(2)	4530	(3)	4373 ± 406	(4)	7714	(2)	6593	(2)	7883	(2)	4150	(3)
27°	2724	(2)	3358	(3)	3282 ± 392	(4)	3332	(2)	3610	(2)	3260 ± 82	(4)	5132	(2)	5628	(2)	4568	(2)	2720	(3)
16°	2150	(2)	1732	(2)	1734 ± 271	(4)	1675	(2)	2095	(2)	1423 ± 100	(4)	2570	(2)	3202	(2)	2670	(2)	1640	(3)
6°	700	(2)	855	(2)	685 ± 133	(4)	748	(2)	748	(2)	1010 ± 92	(4)	958	(2)	1499	(2)	1500	(2)	900	(3)
								COEUR										
37°	1940	(2)	2410	(2)	2524 ± 112	(4)	2183	(2)	2020	(3)	1536 ± 197	(6)	2286	(2)	3351	(2)	3128	(2)	1430	(2)
27°	2403	(2)	2390	(3)	2676 ± 105	(4)	2211	(2)	2118	(2)	1882 ± 114	(4)	2599	(2)	2778	(2)	3018	(2)	1735	(2)
16°	1778	(2)	1483	(2)	2061 ± 188	(4)	1341	(2)	1875	(2)	1582 ± 100	(4)	1457	(2)	2443	(2)	2142	(2)	1260	(3)
6°	772	(2)	1050	(2)	1340 ± 68	(4)	1090	(3)	1220	(2)	930 ± 66,5	(4)	941	(2)	1438	(2)	1725	(2)	575	(2)
								GRAISSE BRUNE										
37°	3000	(2)	2050	(2)	3473 ± 179	(4)	2710	(2)	3425	(3)	2392 ± 130	(6)	2784	(2)	4269	(2)	5325	(2)		
27°	2562	(2)	1818	(3)	3526 ± 259	(4)	2200	(2)	2473	(2)	1902 ± 285	(4)	2749	(2)	4222	(2)	2900	(2)		
16°	1805	(2)	1655	(2)	2733 ± 258	(4)	1672	(2)	1944	(2)	1336 ± 162	(4)	2167	(2)	2415	(2)	2800	(2)		
6°	705	(2)	740	(2)	1890 ± 213	(4)	1173	(2)	1173	(2)	695 ± 86	(4)	1245	(2)	1424	(2)	1550	(2)		
								PEAU										
37°	11000	(2)	12000	(2)	12260 ± 650	(4)	9500	(2)	10200	(2)	10325	(2)	16890	(2)	14500	(2)	11575	(2)	9000	(2)
27°	5981	(2)	6000	(3)	6795 ± 100	(4)	6410	(2)	6066	(2)	6912 ± 862	(4)	9717	(2)	11219	(2)	7860	(2)	5350	(2)
16°	3298	(2)	3565	(2)	3940 ± 165	(4)	3544	(2)	3310	(2)	3656 ± 233	(4)	4437	(2)	7130	(2)	4015	(2)	3370	(3)
6°	1475	(2)	1700	(2)	1860 ± 234	(4)	1450	(2)	1641	(2)	1790 ± 91	(4)	2329	(2)	2878	(2)	2720	(2)	1360	(2)

Les Q O_2 (μl O_2 /h/g tissu sec) ont été enregistrées à 4 températures d'incubation (6°C, 16°C, 27°C, 37°C). Les résultats sont relatifs aux 20 premières minutes d'incubation.

TABLEAU 65

EFFETS DE LA TEMPERATURE D'INCUBATION SUR LA CONSOMMATION D'OXYGENE TISSULAIRE CHEZ LE LEROT.
(Comparaison avec le Rat)

Température d'incubation	HIBERNATION					ACTIVITE VERNALE		
	Endormis à 6° c	Endormis à 16°c	En cours de réchauffement 6°→16° t°c 16° ✱	En cours de réchauffement 6°→30° t°c 30° ✱	En cours de réchauffement 16°→30° t°c 30° ✱	Réveillés	Nourris et actifs	RAT
	Pourcentage de consommation d'oxygène aux différentes températures par rapport aux valeurs enregistrées dans le bain à 37° c							
				CERVEAU				
37°c	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100
27°c	57,75	58,7	57,7	65,3	62,35	62,1	60,8	77,8
16°c	30,5	29,7	27,8	31,4	35,22	29,7	31,5	39,4
6°c	16,5	21,3	16	17,8	17	17,5	19,6	17,2
				FOIE				
37°c	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100
27°c	61,9	66,6	72	77,15	85,7	65,1	52,5	81,3
16°c	44,2	28,9	34,4	37,1	46,4	31,6	33,2	46,7
6°c	12,75	13,25	13,5	14,15	14,8	21,2	16,3	21,2
				COEUR				
37°c	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100
27°c	118 %	102	109,7	98,66	107,5	115	102	158
16°c	92,75%	57,4	95,3	70,9	100	100	81,5	124
6°c	41	42,3	59,9	51,2	60,85	57,7	55,75	39,6
				GRAISSE BRUNE				
37°c	100%	100%	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
27°c	101,5	91,3	62,3	78	-	55,7	55,7	
16°c	57,8	80,6	37,8	42,27	-	54,3	54,3	
6°c	24	30,7	15,9	16,60	-	28,7	28,7	
				REIN				
37°c	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
27°c	71	56,4	62,3	78	-	69,35	73,5	83,7
16°c	37,9	31,4	37,8	42,27	-	39,6	41,1	54,6
6°c	16,15	13,3	15,9	16,60	-	18,6	22,1	18,6

✱ - t° c température colonique de l'animal au moment du sacrifice.

CONSOMMATIONS D'OXYGENE TISSULAIRES CHEZ LE LEROT ET LE RAT : CALCUL DES Q_{10} POUR LES 4 TEMPERATURES D'INCUBATION.

TISSUS	HIBERNATION																		VIE ACTIVE			RAT		
	Endormis à 6°c			Endormis à16°c			En cours de réveil 6° ⟶ 16°c			En cours de réveil 6° ⟶ 30°c			En cours de réveil 16 ⟶ 30°c			Réveillés Actifs			Actifs et Nourris					
	Q_{10}			Q_{10}			Q_{10}			Q_{10}			Q_{10}			Q_{10}			Q_{10}			Q_{10}		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
CERVEAU	1,84	1,72	1,73	1,4	1,8	1,70	1,74	1,89	1,73	1,76	1,89	1,53	2,07	1,61	1,60	1,7	1,9	1,61	1,61	1,75	1,65	2,29	1,79	1,28
FOIE	3,47	1,27	1,62	2,18	2,1	1,5	2,54	1,90	1,39	2,62	1,89	1,3	3,14	1,68	1,17	1,49	1,87	1,53	2,04	1,43	1,88	2,2	1,58	1,23
COEUR	2,26	1,16	0,85	1,36	1,61	0,98	1,59	1,05	0,91	1,38	1,26	1,01	1,65	0,97	0,93	1,76	1,03	0,87	1,46	1,13	0,98	3,13	1,16	0,63
GRAISSE BRUNE	2,41	1,6	0,98	2,62	1,03	1,1	1,46	1,31	0,92	1,66	1,12	1,15	1,66	1,27	1,33	2,20	1,43	1,19	1,85	0,93	1,80			
REIN	2,35	1,70	1,41	2,36	1,63	1,77	2,37	1,50	1,60	2,55	1,68	1,28	2,52	1,82		2,13	1,59	1,44	1,86	1,62	1,36	2,93	1,39	1,19

	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°	Q_{10} 6° — 37°
CERVEAU	1,95	1,51	2,02	1,81	1,9	1,84	1,64	1,87
FOIE	2,53	2,43	2,38	2,28	2,18	1,52	1,98	1,52
COEUR	0,79	0,76	0,54	0,63	0,53	0,56	0,58	0,81
GRAISSE BRUNE	1,35	1,05	0,63	0,76	1	1,33	1,12	
REIN	2	2,42	2,02	1,94	-	1,74	1,46	1,73

Les valeurs du Q_{10} représentées dans ce tableau ont été calculées entre 6° et 16°c (I) ; 16°c et 27°c (II) et 27°c et 37°c (III). Sur la partie inférieure du tableau nous rapportons les valeurs du Q_{10} calculées entre 6°c et 37°c pour les cinq tissus étudiés.

TABLEAU 66

EFFETS DU JEUNE SUR LA CONCENTRATION ET LA REPARTITION DES ACIDES GRAS DANS LE FOIE DE LEROTS MAINTENUS A UNE TEMPERATURE AMBIANTE VARIABLE. (Expériences de Septembre 1969)

	N° Lérots	Température ambiante	Température rectale	F/C x 100	A G T du F O I E mg p. cent g frais	A G T du F O I E mg p. cent g de poids vif	REPARTITION DES ACIDES GRAS HEPATIQUES SUR LES CHROMATOGRAMMES C 14:0 %	C 16:0 %	C 16:1 %	C 18:0 %	C 18:1 %	C 18:2 %	C 20:4 %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
Animaux nourris	274 D	12°	35°5	2,85	3360	96	5,7	33,3	7,9	10,1	25,3	14,1	3,6	49,1	33,2	17,7
	275 D	12°	37°	2,78	3640	101	7,2	29	5,9	10,2	31,4	11,2	5,1	46,4	37,3	16,3
	273 D	12°	36 °	3,04	3140	95,5	traces	25,7	7	10	42,3	11,5	3,5	35,7	49,3	15
Animaux privés de nourriture depuis 4 jours	236 C	12°	15°5	2,23	7030	164	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	295 C	12°	16°	2,79	11000	307	0	16,1	7	4,5	61,3	9,1	2	20,6	68,3	11,1
	358 C	12°	17°5	2,37	20500	486	0	13	11,5	3	63,3	9,2	traces	16	74,8	9,2
	177 D	12°	20°	1,93	9580	185	0	19,4	7,7	4,7	54,8	12,7	0,7	24,1	62,5	13,4
	272 D	12°	34°5	2,20	20000	440	0	14,2	8,6	2,5	60,9	12	1,8	16,7	69,5	13,8
	40 D	12°	36°	2,18	6470	141	0	25,5	8,3	8,4	40,9	14,4	2,5	33,9	49,2	16,9

TABLEAU 67

TABLEAU 68

EFFETS DU JEUNE SUR LA CONCENTRATION ET LA REPARTITION DES ACIDES GRAS DANS LE FOIE DE LEROTS MAINTENUS A UNE TEMPERATURE AMBIANTE CONSTANTE DE 6° C DEPUIS 4 JOURS (Expériences de Septembre 1969)

	N° Lérots	Température		F/C x 100	A G T du F O I E		REPARTITION DES ACIDES GRAS HEPATIQUES SUR LES CHROMATOGRAMMES									
		Ambiante	Rectale		mg p. cent g frais	mg p. cent g de poids vif	C 14:0 %	C 16:0 %	C 16:1 %	C 18:0 %	C 18:1 %	C 18:2 %	C 20:4 %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
Nourris, placés à 6° c depuis 4 jours	29 D	6°	7°	2,83	10 260	290	0	18,2	11,2	4	54,6	11,8	0,2	22,2	65,8	12
	57 D	6°	6°5	2,82	8 430	238	0	18,8	9,6	5,1	57,1	9,4	traces	23,9	66,7	9,4
	58 D	6°	8°	2,83	5 565	157	0	21,7	10,3	6,7	49	12,3	traces	28,4	59,3	12,3
Jeûne de 4 jours placés à 6° c depuis 4 jours	36 D	6°	6°5	2,81	17 900	503	0	14,6	9,3	4,2	59,1	12,8	traces	18,8	68,4	12,8
	56 D	6°	6°5	3,12	11 700	248	0	19,2	16	4	50,4	10,4	traces	23,2	66,4	10,4
	95 D	6°	7°	2,27	7 450	169	0	21,4	6,8	6,4	51,8	12	1,6	27,8	58,6	13,6
	30 D	6°	6°5	2,73	11 440	312	0	18	11,2	5,2	54,4	10,9	0,3	23,2	65,6	11,2
	123 D	6°	6°	2,61	10 450	273	0	17,5	9,5	5,7	56,8	9,6	0,9	23,2	66,3	10,5

EFFET DU JEUNE SUR LA CONCENTRATION ET LA REPARTITION DES ACIDES GRAS DANS LE FOIE DE LEROTS MAINTENUS A UNE TEMPERATURE AMBIANTE CONSTANTE DE 6° C DEPUIS 4 MOIS 1/2 (Expériences de Septembre 1969)

	N° des Lérots	Température ambiante	Température rectale	F/C x 100	A G T du F O I E mg p. cent g. frais	A G T du F O I E mg p. centg de pids vif	REPARTITION DES ACIDES GRAS HEPATIQUES SUR LES CHROMATOGRAMMES C 14:0 %	C 16:0 %	C 16:1 %	C 18:0 %	C 18:1 %	C 18:2 %	C 20:4 %	Saturés %	Mono insaturés %	Poly insaturés %
Nourris, placés à 6°C depuis 4 mois 1/2	280 C	6°	6°5	4,18	3410	142	0	29,3	1,8	12,1	39,3	12,1	5,4	41,4	41,1	17,5
	287 C	6°	8°5	3,70	3405	126	0	26,2	3,2	10,2	41,4	15,6	3,4	36,4	44,6	19
	198 C	6°	6°5	3,84	4055	156	0	21,4	5,7	8,3	42,4	16,6	5,6	29,7	48,1	22,2
	286 C	6°	7°	3,07	4225	130	0	22,5	5,3	9,3	45,9	13,4	3,6	31,8	51,2	17
	197 C	6°	6°5	3,56	5070	180	0	16,4	4,6	7,5	52	17,2	2,3	23,9	56,6	19,5
Jeûne de 4 jours placés à 6°C depuis 4 mois 1/2	256 C	6°	6°5	3,96	3905	155	0	24,6	2,6	12,3	41,2	15,1	4,2	36,9	43,8	19,3
	213 C	6°	8°5	3,13	8640	270	0	16,9	6,5	7,2	55,5	12,8	1,1	24,1	62	13,9
	212 C	6°	6°	3,96	4180	166	0	23,2	3,9	11,9	42,5	15,2	3,3	35,1	46,4	18,5
	211 C	6°	6°	3,86	3450	133	0	25,5	2,7	13,1	38,1	14,8	5,8	38,6	40,8	20,6
	257 C	6°	6°	3,63	3820	139	0	25,3	2,8	13,3	40,7	14,5	3,4	38,6	43,5	17,9

TABLEAU 69

MODIFICATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES TISSULAIRES ENTRAINEES PAR LE JEUNE. (Expériences réalisées en Avril 1970)

	N°	Température		PL ASMA valeurs en mg p. cent ml				FOIE valeurs en mg p. cent g frais			COEUR		MUSCLE	TISSU BRUN	ADIPEUX BLANC
	lérots	Ambiante	Rectale	glucose	Ac. lactique	A. G. L.	A. G. T.	$\frac{F}{C} \times 100$	Glycogène	A. G. T.	Glycogène	A. G. T.	Glycogène	AGT g %	AGT g %
Animaux nourris	45 D	18 °	37 ° 5	105	81	8	745	2, 98	6495	3635	853	2500	431	21, 7	72, 2
	48 D	18 °	37 ° 5	106	90	4	943	3, 42	6035	3570	277	2998	199	16	82, 7
	52 D	18 °	37 °	134	127	13, 5	1270	3, 67	8075	3225	554	2688	476	23	84
	53 D	18 °	38 °	207	132	20	1010	2, 88	4836	=4315	707	4240	280	27, 6	86
Animaux privés de nourriture depuis															
1 J.	247 D	18 °	38 °	200	93	39	739	2, 50	110	11470	101	2703	58	24, 4	84, 6
5 j.	26 D	18 °	38° 5	155	32	46, 5	750	1, 87	106	24365	256	3136	265	27, 8	91, 2
20 J.	232 D	18 °	36 ° 5	89	27	60	972	2, 83	505	5185	117	3267	240	27, 8	55, 2
5 J.	265 D	18 °	37 °	96	40	76	692	2, 77	777	20410	68	2838	122	29, 8	82, 1
15 J.	231 C	18 °	20 °	52	6	40	766	2, 53	525	6360	344	3767	215	24, 3	72, 6
40 J.	338 C	18 °	18 °	26	11	55	652	2, 37	170	6965	385	3576	296	25, 1	77, 1

TABLEAU 70

MODIFICATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES TISSULAIRES ENTRAINEES PAR LE JEUNE (expériences réalisées en septembre 1970)

N° Lérots	Température		PLASMA valeurs en mg p. cent ml				FOIE valeurs en mg p. cent g frais			COEUR	GRAISSE BRUNE		Conditions Expérimentales
	Ambiante	Rectale	Glycémie	Ac. lactique	A.G.L.	A.G.T.	$\frac{F}{C} \times 100$	Glycogène	A.G.T.	A.G.T.	Glycogène mg p. 100 g	A.G.T. g %	
27 D	20°	37°5	103	55	13	1125	2,80	2862	3590	2290	-	26,2	Animaux ayant de la nourriture à leur disposition
28 D	20°	36°5	107	52	12	870	2,85	4680	2830	2375	167	17,1	
151 D	20°	36°5	183	70	9	950	3,44	6289	3170	2565	24	16,1	
224 D	20°	37°	110	57	14	930	3,02	2774	5050	2965	30	21	
159 D	20°	37°5	172	63	16	1045	3,03	2365	3545	2220	47	17,8	
	moyennes		$135 \pm 17,5$	$59,4 \pm 3,2$	$12,8 \pm 1,2$	984 ± 45	3,03	3794 ± 754	3637 ± 380	2483 ± 132	67	$19,6 \pm 1,8$	
101 D	19°	26°	66	23	47	370	2,07	380	9670	2810	43	26,9	Animaux privés de nourriture depuis 4 jours
102 D	19°	36°	64	55	32	970	2,69	240	6985	3560	traces	22,7	
6 D	19°	36°	64	44	32	1030	2,16	340	13100	3815	traces	32,6	
7 D	19°	37°	72	63	30	720	2,67	225	3600	4000	traces	18,6	
179D	19°	30°	69	30	71	860	2,09	510	8455	2760	traces	31,8	
	moyennes		$67 \pm 1,6$			890 ± 53	2,33	339 ± 52	8362 ± 1561	3389 ± 257		$26,5 \pm 2,7$	

TABLEAU 71

EFFET DU JEUNE SUR QUELQUES CONSTITUANTS GLUCIDIQUES ET LIPIDIQUES TISSULAIRES CHEZ DES LEROTS MAINTENUS A 6°C DEPUIS 4 JOURS (expérience de septembre 1970)

N° Lérots	Température		PLASMA valeurs en mg p.cent ml				FOIE valeurs en mg p.cent g frais		COEUR	GRAISSE BRUNE		Conditions Expérimentales
	Ambiante	Rectale	Glucose	Ac.lactique	A.G.L.	A.G.T.	$\frac{F}{C}$ x 100	Glycogène	A.G.T.	A.G.T.	Glycogène mg p.100 g	A.G.T. g %	
220 D	6°	36°	151	67	23	840	3,05	4250	3650	2630	33	18,6	Animaux placés depuis 4 jours à 6°c avec de la nourriture
221 D	6°	9°5	61	7	112	890	1,97	1420	9510	3280	46	29	
253 D	6°	35°5	108	78	32	835	2,96	5893	5070	2610	23	19,9	
252 D	6°	37°5	157	57	16	600	2,56	-	10070	2710	traces	19	
89 D	6°	37°5	125	45	36	485	2,80	587	5270	2320	31	16,6	
88 D	6°	37°	142	49	-	590	2,20	263	12870	2690	22	25,6	Animaux placés depuis 4 jours à 6°c et à jeun
201 D	6°	34°	77	40	35	700	2,58	347	8845	2480	traces	23,2	
204 D	6°	37°	64	67	47	550	3,31	123	12260	2200	traces	23,8	
4 D	6°	36°5	163	62	16	620	2,85	220	13110	2425	34	19,7	
5 D	6°	36°5	140	37	38	825	2,41	520	10280	2810	20	22,9	

TABLEAU 72

MODIFICATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES TISSULAIRES ENTRAINEES PAR LE JEUNE ET LA TEMPERATURE (Expériences réalisées en Septembre 1970)

N°	Température		PLASMA valeurs en mg p. cent ml				FOIE valeurs en mg p. cent g frais			COEUR	GRAISSE BRUNE		Conditions
Iérots	Ambiante	Rectale	Glucose	Ac. lactique	A.G.L.	A.G.T.	$\frac{F}{C} \times 100$	Glycogène	A.G.T.	A.G.T.	Glycogène mg p. 100 g	A.G.T. g %	Expérimentales
229 D	8°	34°5	87,5	25	26	880	3,18	4537	4440	3205	17	17,6	Animaux disposant de nourriture, placés à 8°c + photopériode de 10 h sur 24 h depuis 3 mois
152 D	8°	12°5	14	29,5	113	760	2,28	1466	7580	2965	133	24,3	
132 D	8°	10°5	14	8	18	790	4,04	4780	3430	2610	-	17,5	
133 D	8°	11°5	51,5	14	56	750	3,52	6026	5520	2645	351	21,3	
160 D	8°	12°	34.5	13	96	865	3,52	2113	8720	3315	306	21,5	
161 D	8°	10°	11	4,2	13	470	3,58	1296	4730	2850	35	21	Animaux privés de nourriture depuis 4 jours, les autres conditions sont identiques à celles du lot précédent.
226 D	8°	9°5	37	11	13	320	4,88	562	4400	2725	76	22,2	
35 D	8°	12°	25	10	109	570	3,22	1476	9540	2715	57	22,6	
109 D	8°	36°5	98	45	40	640	2,56	1281	4070	2635	30	21,1	
110 D	8°	11°	42	19	110	1020	2,60	927	4645	2590	34	21	
85 D	6°	6°	24	6,6	25	455	4,10	1378	5675	2900	563	25,7	Animaux disposant de nourriture, placés à 6°c et à à l'obscurité depuis 3 mois
51 D	6°	8°	45,5	4,2	65	820	4,38	3480	4075	2685	188	32,7	
113 D	6°	7°	64	4	41	675	3,53	1650	9130	3260	125	26,3	
114 D	6°	8°	26.5	8,4	28	495	4,35	5060	3640	2895	424	25,7	
163 D	6°	8°	61	6,3	45	830	4,05	3230	3995	2935	-	27,9	
164 D	6°	8°	19	5,3	25	410	3,40	946	5275	2915	85	18,2	Animaux privés de nourriture depuis 4 jours, les autres conditions sont identiques à celles du lot précédent
91 D	6°	7°5	16	3,2	23	395	3,96	2352	5355	2415	46	25,6	
92 D	6°	9°	46	11,6	106	610	3,88	-	6600	2515	38	26	
213 D	6°	7°5	22	3,2	32	465	3,38	1803	5755	2100	67	24,3	
55 D	6°	9°	30	12,4	118	675	3,02	1020	5270	2665	54	27,6	

TABLEAU 73

TABLEAU 74

MODIFICATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES TISSULAIRES ENTRAINEES PAR LE JEUNE. (Expériences réalisées le 20.1.71)

N° Lérots	Température		PLASMA valeurs en mg p.cent ml				FOIE valeurs en mg p.cent g frais					COEUR	GRAISSE BRUNE		Conditions expérimentales
	Ambiante	Rectale	Glucose	Ac.lactique	A.G.L.	A.G.T.	$\frac{F}{C}$ x 100	Glycogène		A.G.T.		Glycogène	Glycogène mg %	A.G.T. g %	
									*		*				
25 E	16°	38°	197	51	15,2	1125	2,82	4676	132	3200	90,2	19	21,2	22,6	Animaux nourris
26 E	16°	36°5	83	122,5	4,8	1425	1,91	6103	116,5	3700	70,6	27,5	30,4	23,2	
32 E	16°	38°	141,5	52,5	4,3	750	2,80	2060	57,7	3760	105	26,5	22,7	19,6	
33 E	16°	38°	147,5	39	12,7	773	2,76	1644	45,4	3590	99,8	5	16	24,3	
70 E	16°	30°	61,5	32,5	6	747	2,75	6128	168,5	3120	85,8	66	340	20,6	
7 E	16°	35°5	80	29,3	15	804	2,54	372	9,4	4360	112,5	29	traces	22,2	Animaux privés
8 E	16°	26°5	51	30	20	526	2,10	78,5	1,6	4060	85,4	9,5	16,6	20,6	de nourriture
22 E	16°	19°5	48	9,9	28,7	740	2,75	162	4	4090	112,5	456	14,1	18,5	depuis 4 jours
28 E	16°	35°	203	26,2	38,5	870	2,83	1650	4,7	8140	230	241	18,6	28,5	
29 E	16°	19°5	83	15	10	554	2,80	593	1,7	4190	117,1	562	traces	23	

* valeurs en mg p.100 g de poids vif

MODIFICATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES TISSULAIRES ENTRAINEES PAR LE JEUNE. (Expériences réalisées le 2. 02. 71)

N° Lérots	Température		PLASMA valeurs en mg p. cent ml				FOIE valeurs en mg p. cent g frais					COEUR	GRAISSE BRUNE	Conditions
	Ambiante	Rectale	Glucose	Ac. lactique	A.G.L.	A.G.T.	$\frac{F}{C}$ x 100	Glycogène		A.G.T.		A.G.T.	A.G.T. g/100 g	expérimentales
									⁑		⁑			
3 E	16°	19°5	40	6	16	625	2,38	1027	25,6	4913	117	2839	20,2	Animaux privés
34 E	16°	20°	53	4,8	25	1100	2,36	193	4,6	3233	76,2	2592	21,9	de nourriture
53 E	16°	22°5	53	21,8	44	710	2,99	235	7,3	6313	188,5	2759	23,2	depuis 4 jours
54 E	16°	18°5	27	13	49	375	2,69	336	9,4	7778	209	2480	23	
74 E	16°	20°5	42	16,7	45	860	2,36	159	3,8	7866	185,5	2657	22,9	
18 E	17°	24°5	34	53	62,5	837	2,60	167	4,4	4080	106	2410	24,7	Animaux privés
43 E	17°	38°	121,5	37	52,4	741	2,21	218	4,8	8082	178,5	2760	21,7	de nourriture
44 E	17°	35°	78	26	61,4	590	2,15	106	2,3	5958	128	2530	24,7	depuis 4 jours
71 E	17°	18°	40	13,5	35,3	641	2,17	825	18	4710	102	2745	19,4	
78 E	17°	18°	23	4	25,3	682	2,13	411	8,8	4688	100	2485	24,6	

⁑ valeurs en mg pour 100 g de poids vif

TABLEAU 75

MODIFICATIONS DE QUELQUES CONSTITUANTS BIOCHIMIQUES TISSULAIRES ENTRAINEES PAR LE JEUNE. (Expériences réalisées le 26.2.71)

N° Lérots	Températures		PLASMA valeurs en mg p. cent ml				FOIE valeurs en mg p. cent g frais					COEUR	GRAISSE BRUNE		Conditions expérimentales
	Ambiante	Rectale	Glucose	Ac. lactique	A.G.L.	A.G.T.	$\frac{F}{C}$ x 100	Glycogène		A.G.T.		Glycogène	Glycogène mg p.100 g	A.G.T. g %	
19 D	6°	6°5	52	8,2	13	576	3,5	1400	50,4 *	5130	180 *	787	122	23	
31 D	6°	6°5	97	4,9	16	962	4,2	670	28,2	4350	182,5	879	522	27	Animaux nourris
146 D	6°	6°25	88	4,5	19	1000	4,5	8520	383,5	3225	146	678	254	22	à 6° C depuis le
276 D	6°	6°5	45	10,5	72	776	3,4	4340	147,5	3450	117,5	981	581	25,2	14.9.70
122 D	6°	7°	31	12	97	910	4,2	3630	152,5	4350	182,5	1045	-	19,9	
263 D	6°	6°5	91	9	40	660	4	5260	210,5	3880	155	865	3401	20,5	
8 D	6°	7°	39	4,5	25,5	650	3,9	1610	62,8	5105	199,5	587	73	21,4	
83 D	6°	37°	134,5	38,2	26	545	3,3	442	14,6	5760	190	15	67,5	24,7	Animaux privés de
134 D	6°	38°	150	21,7	43,5	668	3,4	122	4,15	5380	183	9	40	18,7	nourriture depuis 4 jours 1/2, A 6°C
135 D	6°	23°	63	47	37	530	3,2	1406	45	4230	135,5	203	25,5	21,2	depuis le 1.11.70
141 D	6°	10°	31	22	72	600	4	1045	41,8	4500	180	489	21	18,5	
292 C	6°	7°	62	6	75	730	3,6	1160	41,7	3870	139,5	490	21,6	27	
7 F	15°	16°5	22,5	26,8	11	810	4,32	13050	565	2390	103	1572	955	16,25	
8 F	15°	16°5	50	20,5	28	-	4,89	6890	336,5	1655	81	821	560	11,25	Animaux nourris ,
28 F	15°	24°	41,4	60,7	35,2	960	3,67	8540	314	2960	108,5	149	376	15,9	capturés en
29 F	15°	19°5	32,7	31,6	25,2	695	3,07	3330	102,2	2960	91	736	16	19,6	Décembre 1970
109 F	15°	17°	38	22,1	28,1	980	2,84	4145	117,5	2930	83,2	997	112	17,1	
68 D	15°	20°	17	19,7	32,7	547	2,92	172	5	4630	135,2	306	16,7	22,5	
69 D	15°	20°	16	22,9	51,4	687	2,23	217	4,85	4155	92,5	300	18,5	28,15	Animaux privés
80 D	15°	20°5	20,7	28,4	67,4	728	2,97	61	1,8	4310	128	160	18,8	22,4	de nourriture
170 D	15°	15°	20	5,1	13,1	442	2,77	496	13,75	4280	118,5	702	18,4	25,3	depuis 5 jours
181 D	15°	15°	27,6	4,3	17,15	533	2,87	126	3,6	4470	128	555	16	22,2	
184 D	15°	16°5	16,3	15	60,5	522	3,28	376	12,3	4090	134	172	31,2	24,4	

* valeurs en mg p. 100 g de poids vif

TABLEAU 76